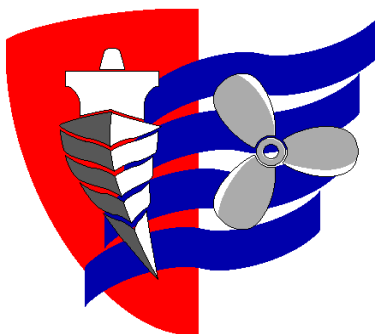


**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE  
NÁUTICA  
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**



***Trabajo Fin de Máster***

**ELABORACION DE UN PROCEDIMIENTO  
DE FLUSHING DENTRO DEL MANUAL DE  
GESTION DE LA SEGURIDAD EN LAS  
OPERACIONES DE CARGA DE UN BUQUE  
ASFALTERO**

**(Flushing procedure development inside of the  
safety management manual in the bitumen tanker  
cargo operations)**

**Para acceder al Título de Máster Universitario en:  
Ingeniería Náutica y Gestión Marítima**

Autor: Manuel Vázquez Ibarra  
Director: Francisco José Correa Ruiz

julio-2019

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE  
NÁUTICA  
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**

*Trabajo Fin de Máster*

**ELABORACION DE UN PROCEDIMIENTO  
DE FLUSHING DENTRO DEL MANUAL DE  
GESTION DE LA SEGURIDAD EN LAS  
OPERACIONES DE CARGA DE UN BUQUE  
ASFALTERO**

**(Flushing procedure development inside of the  
safety management manual in the bitumen tanker  
cargo operations)**

**Para acceder al Título de Máster Universitario en:  
Ingeniería Náutica y Gestión Marítima**

## **AVISO DE RESPONSABILIDAD:**

Este documento es el resultado del Trabajo Fin de Máster de un alumno, siendo su autor responsable de su contenido.

Se trata por tanto de un trabajo académico que puede contener errores detectados por el tribunal y que pueden no haber sido corregidos por el autor en la presente edición.

Debido a dicha orientación académica no debe hacerse un uso profesional de su contenido.

Este tipo de trabajos, junto con su defensa, pueden haber obtenido una nota que oscila entre 5 y 10 puntos, por lo que la calidad y el número de errores que puedan contener difieren en gran medida entre unos trabajos y otros,

La Universidad de Cantabria, la Escuela Técnica Superior de Náutica, los miembros del Tribunal de Trabajos Fin de Máster, así como el profesor/a director no son responsables del contenido último de este Trabajo.

# Índice

---

Índice.....	I
Resumen y Palabras clave.....	III
I.- INTRODUCCION.....	1
II.- MEMORIA DESCRIPTIVA.....	2
II.1.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
II.1.1.- Planteamiento del problema.....	2
II.1.2.- Hipótesis de partida y de resultado (Objetivos).....	3
II.1.2.1.- Hipótesis de partida.....	3
II.1.2.2.- Hipótesis de resultado.....	3
II.2.- HERRAMIENTAS DE RESOLUCION.....	4
II.2.1.- Herramientas.....	4
II.2.1.1.- Herramienta 1: Material Safety Data Sheet.....	4
II.2.1.2.- Herramienta 2: Estación de Monitorización Remota; DIAMAR....	4
II.2.1.3.- Herramienta 3: Calculador de carga NEREIDA.....	6
II.2.1.4.- Herramienta 4: Manual de Procedimientos Operativos de la Flota.....	8
II.2.1.5.- Herramienta 5: Asignatura sistemas Integrados de Gestión.....	8
II.2.2.- Descripción del sistema objeto de estudio.....	8
II.2.3.- Descripción del contexto científico técnico.....	9
II.3.- METODOLOGIA.....	10
II.3.1.- Solución al problema del deslastre durante el flushing.....	12



II.3.2.- Explicación del procedimiento de flushing mediante un flujograma.....	22
II.3.3.- Tiempos de duración de la operación.....	24
II.3.4.- Elaboración de un esquema de flushing y de una guía de pasos asociada.....	25
II.3.5.- Guía para la resolución del flushing para cantidades entre 100 y 150 m <sup>3</sup> . Buque genérico.....	26
II.3.6.- Guía para la resolución del flushing para cantidades entre 150 y 300 m <sup>3</sup> . Buque genérico.....	28
III.- APLICACIÓN PRACTICA.....	30
III.1.- Guía para la resolución del flushing para cantidades entre 100 y 150 m <sup>3</sup> . Buque modelo de la aplicación práctica.....	31
III.2.- Guía para la resolución del flushing para cantidades entre 150 y 300 m <sup>3</sup> . Buque modelo de la aplicación práctica.....	33
IV.- CONCLUSIONES.....	35
Referencias.....	36
Índice de ilustraciones.....	37
Índice de tablas.....	39
ANEXOS.....	40

# Resumen y Palabras clave

---

## Resumen

El siguiente trabajo trata de ofrecer un procedimiento de flushing en un asfaltero convencional de doble casco usando como modelo para la aplicación del trabajo un buque asfaltero de doble casco activo en la actualidad.

El trabajo trata los siguientes puntos:

- Las limitaciones operativas de este tipo de buques como consecuencia de no disponer de triple casco (cargar asfalto a temperaturas entre 150 y 175 °C en tanques de carga cuyos tanques de lastre adyacentes contienen agua de mar a temperaturas en torno a 19 °C).
- Explicar y dar a conocer lo que es el procedimiento de limpieza interna de este tipo de buques conocido como “flushing”.
- Corregir los errores de operatividad que se venían haciendo debido a la falta de conocimiento sobre la operación de flushing llegando a someter el barco a esfuerzos innecesarios y manteniéndolo en una condición de inestabilidad constante incumpliendo los criterios de estabilidad.
- Partiendo de los puntos anteriores elaborar un procedimiento de flushing teniendo en cuenta la inexistencia de uno propio en el manual de procedimientos operativos de la compañía del buque modelo.
- Medición de los resultados finales (estabilidad y esfuerzos) a través de un calculador de esfuerzos probando de esta forma que el procedimiento funciona.

Con todo esto obtendremos finalmente un procedimiento elaborando una guía de pasos acompañada de un esquema gráfico donde se presentan los pasos de una forma clara y sencilla permitiéndonos en un solo golpe de vista asimilar la estructura del procedimiento.

**Palabras clave:** Flushing, punto de fusión, consistencia, viscosidad, grado de penetración.

# Abstract and key words

---

## Abstract

In the present work it's tried to offer a flushing procedure in a conventional asphalt carrier ship with double hull using as standard for the work application a double hull asphalt carrier ship currently.

This work aims the following points:

- The operatives limitations of this kind of ships as consequence of not having triple hull (loading asphalt with temperatures about 150 and 175 °C in cargo tanks which adjacent water ballast tanks contain sea water with a temperature of around 19 °C)
- To explain and letting known what the internal cleaning procedure of this kind of ships that is named as "flushing".
- To correct the operability errors that was making due to the lack of knowledge about the flushing operation reaching to submit the vessel to unnecessary efforts and maintaining it in a constantly instability condition not complaining stability criteria.
- Starting from the previous points to develop a flushing procedure taking into account the lack of an own procedure into the company procedure operatives manual of the standard ship.
- Final results measurements (stability and efforts) through the loading calculator demonstrating in this way that the procedure works.

With all this we finally obtain a procedure developing a step guide with a graphical scheme where the steps are represented in a clear and simply way allowing us with a single view to assimilate the procedure structure.

**Key words:** Flushing, fusion point, consistence, viscosity, penetration grade.

## **I.- INTRODUCCIÓN**

Los buques asfalteros convencionales (de doble casco) transportan asfalto a elevadas temperaturas, alrededor de 150 y 175 °C. Al ser buques de doble casco sucede que, en el proceso de carga, han de ser previamente deslastrados para poder cargar productos a esas temperaturas y así evitar el choque térmico y su consecuente deterioro del material. Se debe de tener en cuenta que los tanques de carga están completamente rodeados por un costado y su fondo de agua de mar, la cual puede estar a una temperatura entorno a los 20 °C.

Este tipo de buques, debido a su diseño, también transporta fueles de diferentes tipos. Cuando un buque asfaltero procede a un puerto a cargar un producto asfáltico y previamente ha transportado fuel se debe hacer un proceso de limpieza interno conocido como “flushing” el cual es necesario para limpiar todos los restos de fuel que han quedado a bordo después de la descarga anterior. Esto es necesario puesto que el asfalto en contacto con el fuel se contamina perdiendo su calidad y haciéndolo inservible para su cometido final.

El procedimiento de flushing es poco conocido incluso dentro del propio mundo de los asfalteros y esto, unido a lo mencionado acerca del doble casco, hace que este procedimiento presente dudas acerca de como hacerlo.

El siguiente trabajo surge de una necesidad real, procedente de un asfaltero de doble casco existente y operativo en la actualidad el cual nos sirve de modelo en la aplicación práctica. La necesidad de la que hablamos es la elaboración de un procedimiento que pueda guiar a los oficiales de cubierta que deben llevar a cabo la operación de limpieza y que hasta ahora no tenían conocimiento de cómo hacerla, dejando todo el peso de la operativa a el primer oficial de cubierta.

La herencia de pasadas operaciones erróneas de flushing unida al desconocimiento y la carencia de información en el manual de procedimientos operativos de la compañía hacen que durante años se estuviese haciendo una

mala práctica afectando a los esfuerzos, la seguridad y la estabilidad del buque.

En el siguiente trabajo se trata, por tanto, de dar solución a estos problemas llegando finalmente a un procedimiento sencillo, práctico y que cualquier oficial con un mínimo de formación en buques petroleros y quimiqueros puede podría llevar a cabo.

Se trata, en definitiva, del desarrollo de un procedimiento fruto de una mejora continua consecuencia de los errores de ejecución pasados, alcanzando de esta forma un resultado satisfactorio medible no sólo a través de los resultados de calidad de los análisis, sino también, a través de la práctica de una operativa segura en esfuerzos y estabilidad del buque.

---

## II.- MEMORIA DESCRIPTIVA.

### II.1.- Planteamiento del problema

#### II.1.1.- Planteamiento del problema

Las operaciones de flushing son poco conocidas y aunque se realizan en pocas ocasiones son de vital importancia pues de ellas depende la calidad del asfalto que se vaya a transportar evitando que sea contaminado al ser cargado en un buque donde previamente se transportó una carga de fuel oil. Recordemos que un buque asfaltero además del asfalto propiamente dicho también se suele dedicar al transporte de Fuel Oil.

Cuando por razones de calidad se requiere de un proceso de flushing previo a la operación de carga es cuando surge el desconocimiento por parte de los oficiales, además del personal de cubierta los cuales se van a encontrar envueltos en este tipo de operación. Incluso primeros oficiales que no hayan estado en buques asfalteros pero que tengan previa experiencia en buques tanque (petroleros, quimiqueros...) puede llegar a presentar dudas de cómo realizar la operación correctamente.

Debido a que el manual de procedimientos operativos de la compañía para el buque en cuestión que sirve de modelo del sistema objeto de estudio de este trabajo fin de Máster apenas dedica poco más de media hoja a las operaciones de flushing y unido al desconocimiento antes mencionado, nace la idea de la elaboración de un procedimiento riguroso y planificado paso a paso que pueda solucionar el problema planteado de forma que a través de unas simples plantillas cualquier oficial a cargo de las operaciones pueda llevarlas a cabo sin apenas conocimiento. Se debe partir lógicamente de la base de que estamos hablando de personas formadas y cualificadas mediante experiencia previa en el sector de buques tanque.

Un dato importante antes de continuar con el planteamiento del problema es que para este trabajo se toma como referencia un buque asfaltero existente en la actualidad el cual opera transportando tanto cargas de asfalto como de fuel oil y del cual preferimos no desvelar su identidad ni la de la compañía

pues consideramos que no es relevante ni necesario para la realización del trabajo.

Los diferentes problemas a los que nos encontramos son:

- ¿Cómo realizar la operación de flushing?
- ¿Cuánta cantidad de carga se necesita para realizar el flushing y cómo se realiza el flushing en función de ella? ¿Cuáles son los tiempos de recirculación adecuados para lograr resultados satisfactorios?
- Mala práctica de la operación de flushing por falsas creencias y su correcta ejecución debido a la temperatura del asfalto: Choque térmico debido a los lastres adyacentes carentes de cofferdam entre tanque de carga y lastre. ¿Cómo es el procedimiento a seguir para evitar esto y cumplir a su vez con los esfuerzos estructurales, estabilidad y calado a proa mínimo exigible?

Todas estas cuestiones las abordaremos en la metodología y en la aplicación práctica en la que haremos uso de datos reales extraídos del buque asfaltero elegido como modelo teórico-práctico. Por tanto, todos los datos, así como planos aportados para el trabajo son referentes al buque mencionado.

## **II.1.2.- Hipótesis de partida y de resultado (objetivos)**

### **II.1.2.1.- Hipótesis de partida**

- Todo el personal envuelto en las operaciones de carga dispone de experiencia previa en este tipo de buques.
- Tanto los oficiales a cargo de las operaciones como todo el personal envuelto en las mismas son poseedores de el curso específico de “*Formación básica para operaciones de carga en petroleros*” y de “*Formación avanzada para operaciones de carga en petroleros*”.

### **II.1.2.2.- Hipótesis de resultado**

- Mediante la elaboración de un procedimiento de flushing conseguimos que cualquier oficial durante su guardia pueda llevar a cabo la operación sin la supervisión continua del primer oficial.

- Cumplimiento de todas las condiciones de estabilidad, esfuerzos y del calado mínimo exigible a proa.
- Práctica segura de la operación de flushing en todo momento.
- Resultado satisfactorio en el análisis final de la muestra la cual es prueba indicatoria de la buena práctica del flushing.

## **II.2.- Herramientas de resolución**

### **II.2.1.- Herramientas.**

#### **II.2.1.1.- Herramienta 1: Material Safety Data Sheet.**

La ficha de datos de seguridad del producto, más conocida por sus siglas en inglés MSDS (Material Safety Data Sheet) nos la debe proporcionar la terminal de carga. En ella vienen detallados todas las características físico-químicas del producto a cargar además de todos los datos relativos a los efectos que puede producir el producto en la salud de las personas en contacto con el producto.

Lo más importante de todos los datos que proporciona esta ficha en relación con el desarrollo de nuestra metodología son los datos referentes a la temperatura del asfalto, viscosidad y sus características de transporte (ver ANEXO V).

#### **II.2.1.2.- Herramienta 2: ESTACION DE MONITORIZACION REMOTA; DIAMAR.**

La principal aportación del sistema de automatización marina DIAMAR reside en sus módulos locales de adquisición y salida de datos, todos ellos con capacidad de proceso independiente, instalados cerca de los equipos a controlar. Estos módulos vuelcan a través de un bus de datos tri-redundante (CANBUS) toda la información al sistema, lo que le confiere la máxima seguridad. En cualquier momento es posible conectar módulos adicionales al sistema DIAMAR, con el fin de incluir nuevos procesos o extender la funcionalidad del sistema, lo que conlleva importantes ventajas:



- 
- Reducido número de respetos a bordo
  - Mismos tipos de módulos para todos los procesos
  - Se reduce la necesidad de formación
  - Facilita los procesos de instalación, montaje y puesta en marcha
  - Simplifica la solución de averías
  - Fácil sustitución del módulo sin necesidad de herramientas o software adicional

Se trata de un sistema de automatización, que incluye controladores, así como también módulos, cables, software y paneles de control que se utilizan para la programación, la puesta a punto y el funcionamiento de los sistemas.

### **Monitorización y control altamente intuitivos**

Las estaciones de monitorización y control se han diseñado para que el entorno de trabajo sea muy sencillo de operar, potenciando el uso de pantallas táctiles, menús intuitivos y mímicos muy funcionales. Con DIAMAR se cubren con seguridad todas las funciones importantes a bordo:

- Monitorización de alarmas
- Gestión de planta eléctrica / generadores auxiliares
- Control de la maquinaria auxiliar
- Control y monitorización de lastre
- Monitorización y control de operaciones de carga
- Ventilación y aire acondicionado
- Monitorización de refrigerados
- Tendencias

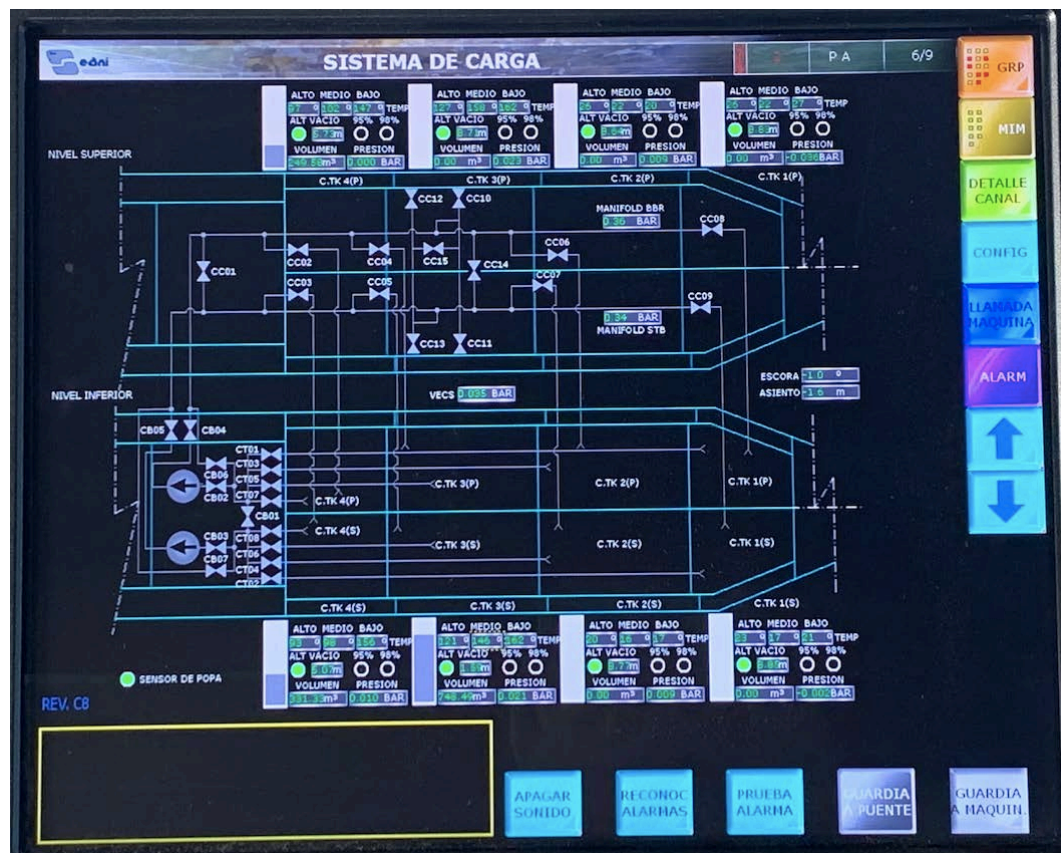


Ilustración 1: Sistema de monitorización del sistema de carga, SEDNI. Fuente: Elaboración propia.

### II.2.1.3.- Herramienta 3: Calculador de carga NEREIDA

**NEREIDA LOADING COMPUTER** es un sistema para trabajar a bordo capaz de calcular los calados, estabilidad y esfuerzos longitudinales para cualquier condición de carga del buque. El programa trabaja mediante la introducción manual por el usuario de cinco pares de datos que son:

- Densidad y volumen
- Densidad y Peso
- Densidad y Sonda
- Densidad y Vacío
- Densidad y porcentaje

El programa también ofrece la opción de lectura on-line a través de la cual recoge los valores en tiempo real de todos los tanques del buque y calcula

---

posteriormente la condición de estabilidad, calados, esfuerzos para ese momento.

### **Máxima carga y estabilidad**

Maximizar la carga mientras se minimizan los esfuerzos y se asegura la estabilidad del barco en todo momento, es esencial desde el punto de vista de la seguridad y el rendimiento económico.

### **Óptima planificación y distribución**

NEREIDA es una aplicación informática desarrollada por Sedni que permite la óptima planificación y distribución de la carga para todo tipo de buques, facilitando el trabajo tanto al capitán como a los oficiales de cubierta.

### **Entorno gráfico sencillo e intuitivo**

Desarrollado en un entorno gráfico e intuitivo, el programa realiza el cálculo de la estabilidad y resistencia longitudinal del buque.

### **Principales características**

- Rapidez y precisión en el cálculo.
- Interfaz gráfico, visualización clara y simple de los resultados y la carga, personalizado para cada buque.
- Rápido aprendizaje y fácil manejo, a través de la visualización en 3D del modelo del barco y la carga.
- Cálculo de la estabilidad en cualquier situación, incluyendo cálculo de estabilidad en averías y estabilidad bajo el criterio IMO del viento.
- Cálculo de la resistencia estructural del barco, momentos flectores y esfuerzos cortantes.
- Obtención de calados y trimado permitiendo la optimización del trimado y el lastre para cada condición de carga.
- Flexibilidad a la hora de imprimir los informes, y total conectividad con diferentes aplicaciones en las oficinas en tierra.
- Sistema de alarmas integrado.
- Aprobado por las principales sociedades de clasificación.

### **Características adicionales**

- Comunicación con los principales sistemas de automatización del mercado, permitiendo la lectura de niveles de tanques.
- Sistema de simulación de secuencias de carga y descarga y auto-lastrado.

- Introducción de niveles de tanques de forma manual para simulación de condiciones o en caso de fallo de algún sensor.

#### II.2.1.4.- Herramienta 4: Manual de Procedimientos Operativos de la Flota.

En el Manual de Gestión de la Seguridad de la compañía, dentro del Manual de procedimientos Operativos de la flota viene recogida una pequeña explicación de la operación de flushing “*Procedimiento para la limpieza de asfalteros (flushing)*” (Ver Anexo II). Aunque apenas dedica poco mas de media página podemos extraer los datos más relevantes a la hora de realizar la operación de flushing. Estos son, por ejemplo, la cantidad necesaria de asfalto para la limpieza en función de la carga nominada o el tipo de asfalto a utilizar.

#### II.2.1.5.- Herramienta 5: Asignatura Sistemas Integrados de Gestión.

Una herramienta necesaria a la hora de desarrollar una metodología es la elaboración de un flujograma el cual nos permitirá la comprensión de la finalidad del flushing y de los dos posibles caminos a seguir. En el tema II de la asignatura disponemos de toda la metodología para la creación de nuestro flujograma que veremos más adelante.

#### II.2.2.- Descripción del sistema objeto de estudio.

El **flushing** es una operación de limpieza interna de tanques y líneas, así como de las bombas de carga que se realiza en los buques asfalteros cuando se pretende cargar el barco con asfalto y habiendo sido su carga previa cualquier clase de fuel oil. Se trata de una especie de “enjuague” interno del buque y consiste en cargar una cierta cantidad del producto asfáltico que se desea cargar, normalmente se usará el más duro disponible (el de menor grado de penetración 35/50), y hacerlo circular por todos los tanques de tal forma que vaya arrastrando los restos de la anterior carga de fuel.

Su cometido es que cuando se cargue el asfalto este no sea contaminado por mezclarse con los restos de fuel oil de la anterior carga haciendo así inservible el asfalto para ser usado posteriormente.

---

### **II.2.3.- Descripción del Contexto científico o técnico**

Todo procedimiento requiere de una planificación secuencial la cual puede ser elaborada mediante procesos y diagrama de flujos.

Para dicha planificación, la cual nos dará como resultado una guía de secuencias o pasos para la práctica segura y efectiva del procedimiento de flushing debemos usar unas herramientas que previamente debemos conocer y que extraeremos de los conocimientos adquiridos durante el Máster.

Para la elaboración del procedimiento y reflejarlo a través de un flujograma se deben seguir los siguientes pasos.

- Establecer un objetivo claro.
- Diferenciar las posibles opciones o caminos para alcanzar el objetivo determinado.
- Establecer las secuencias dependiendo de las opciones a seguir.
- Establecer los indicadores de resultado de los cuales nos serviremos para establecer el procedimiento seguido como satisfactorio.

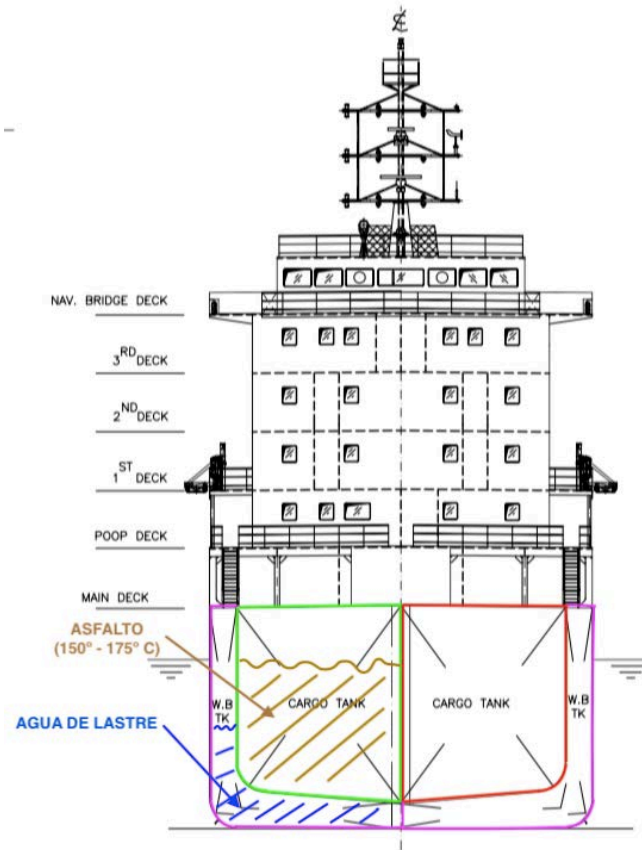
---

### **II.3.- Metodología**

Existen dos tipos de buques asfalteros: los que están contruidos con sus tanques de carga aislados de los tanques de lastre, es decir, existe un cofferdam entre ambos y los que no disponen de él, por lo que sus tanques de lastre son adyacentes a los de carga. Este último tipo de buque asfaltero es el que nos sirve de referencia para desarrollar una metodología que nos permitirá elaborar un procedimiento o guía para poder llevara cabo una operación de flushing.

Este tipo de buques presenta un inconveniente a la hora de realizar las operaciones de carga puesto que se trata de cargas de asfalto, las cuales se transportan a una temperatura de entre 150 y 175 °C por lo que al disponer de tanques de lastre adyacentes los cuales contienen agua de mar a temperatura ambiente (una media de 20°C) el choque térmico que se produciría podría llegar a deformar el tanque de carga provocando abombamientos en la chapa, por no olvidar que el agua hierve a partir de los 100° C. De hecho, los asfalteros cada ciertos años se deben de someter a un estudio de cubicaje precisamente por este problema ya que la capacidad en metros cúbicos que tiene cada tanque de carga se ve aumentada debido a los abombamientos o deformaciones que sufren. Esto produce errores de cálculo del cargamento ya que las tablas de calibración correspondientes al diseño del buque en astillero no coinciden con la realidad.

Para evitar este problema el tanque de lastre (o los tanques como veremos más adelante para este buque) adyacente al tanque de carga donde se vaya a cargar el asfalto debe ser deslastrado previamente. Normalmente y para evitar que el barco sufra de esfuerzos al vaciar una pareja de tanques se suele dejar la sonda correspondiente a la altura del doble fondo del tanque. Para el buque modelo del trabajo corresponde a 1,10 cm de sonda, cada buque tendrá su altura. Aunque parezca poco esa sonda muchas veces es suficiente para que el barco cumpla los criterios de esfuerzos mientras que espera a recibir la carga de asfalto.



**Ilustración 2:** Plano frontal tanques de carga y lastre.  
**Fuente:** Manual de procedimientos operativos de la compañía.

Como se muestra en la ilustración número 1 vemos perfectamente diferenciados el tanque de lastre representado de color violeta y el tanque de carga representado de color verde (indicando la banda de estribor).

La siguiente ilustración nos muestra un ejemplo real extraído del calculador de esfuerzos del buque modelo donde podemos ver dos parejas de tanques de lastre, en este caso el 60 babor y el 60 estribor deslastrados a 1,10 metros de sonda (aproximadamente) y su sección transversal donde se puede comprobar el nivel del agua y como queda por debajo del plan del tanque de carga evitando de esta forma el choque térmico pero cumpliendo a su vez con los esfuerzos puesto que aunque 1,10 metros de sonda parezcan poco equivalen a unas 122 toneladas de peso en un tanque. En la ilustración



también se muestra otra pareja de tanques, en concreto los tanques de lastre 40 babor y 40 estribor, los cuales aún no se han deslastrado presentando un 98% de llenado. También se muestra su sección transversal para poder comprobar como el agua de lastre envuelve todo el tanque de carga.

#### • TANQUES (CON MOVIMIENTO SUPERFICIES LIBRES)

##### Water Ballast

Desc.	Cap. (m³)	Den. (tn/m³)	Vol. (m³)	Peso (t)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Lleno (%)	Sonda (m)	Msl (t·m)
10C - Fore Peak	121.4	1.026	118.96	122.05	96.85	0.04	5.51	98	9.44	50.69
100S	74.9	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
100P	74.9	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
100C	50.2	1.026	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0
60P	333.3	1.026	119.55	122.65	35.30	-3.19	0.62	35.87	1.13	402.84
60S	333.3	1.026	113.71	116.66	35.37	3.82	0.60	34.12	1.08	311.81
50P	331.5	1.030	131.13	135.07	50.97	-3.79	0.59	39.56	1.09	609.37
50S	331.5	1.026	118.36	121.44	50.75	4.64	0.56	35.70	0.99	557.18
40P	311.3	1.026	305.10	313.03	66.89	-5.81	2.98	98.00	9.24	2.23
40S	311.3	1.026	305.10	313.03	66.89	5.81	2.97	98.00	9.24	2.24
30P	276.8	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
30S	276.6	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
20_P	27.0	1.026	26.48	27.17	92.06	-3.00	7.49	98	5.67	6.57

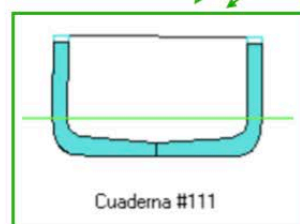
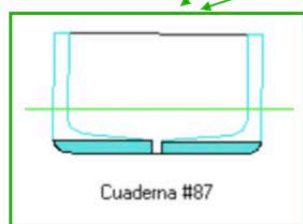


Ilustración 3: Valores y sección transversal de los tanques de lastre.  
Fuente: Nereida Loading Computer, Sedni S.A.

Otro dato a tener en cuenta es que cuando se descarga este tipo de asfalteros carentes de cofferdam, los tanques de carga ya reachicados se encuentran a una temperatura superior a 100 °C por lo que es necesario esperar a que disminuya su temperatura por debajo de 100 °C para poder lastrar. El procedimiento sería inverso, se lastra hasta 1,10 m de sonda hasta poder lastrar al 98%.

#### II.3.1.- Solución al problema del deslastrado durante el flushing.

La metodología que se venía haciendo hasta ahora en referencia a lo explicado sobre los lastres era que se deslastraba el barco como si se fuese a cargar pero para hacer el flushing, pero sucede que, a diferencia de la carga



cuyo procedimiento es totalmente diferente, con el flushing lo que vamos a hacer es cargar una pequeña cantidad de asfalto el cual iremos recirculando y trasegando de tanque a tanque con una duración en la operativa de aproximadamente 1 hora por tanque incluida la recirculación por lo que al final sucedía que el barco quedaba completamente deslastrado ya que mientras se recirculaba ya se iba deslastrando los tanques de lastre adyacentes al tanque de carga donde se iba a pasar el asfalto para el flushing. Aunque el flushing consiste en ir de un tanque a otro lo que por lógica se podría pensar que sólo sería necesario deslastrar un tanque de lastre (el adyacente correspondiente al de carga) esto no es viable puesto que, atendiendo a la explicación anterior acerca de la necesidad de deslastrar a 1,10 metros de sonda, esto produciría una escora considerable la cual sería únicamente corregible deslastrando su tanque de lastre de la banda opuesta. Como los tanques que vamos dejando atrás durante el flushing, es decir, los tanques de carga donde ya se ha recirculado y reachicado tienen que ser enfriados hasta poder ser lastrados nos encontrábamos con que el buque quedaba con todos los tanques a 1,10 metros de sonda incumpliendo todos los criterios de esfuerzos así como el calado de proa el cual llegaba a ser muy inferior al mínimo exigible quedando incluso la hélice de proa visible haciéndose inservible en el caso de ser necesitada en una maniobra de salida inesperada. Recordemos que todo buque durante las operaciones de carga y descarga ha de estar en todo momento listo para moverse bajo sus propios medios y en condiciones de navegabilidad adecuadas.

En las dos siguientes ilustraciones podemos ver cómo quedaría el buque deslastrado. Como se puede apreciar en la tabla de datos, los tanques 30 babor/estribor hasta el 60 babor/estribor han sido deslastrados hasta 1,10 metros de sonda, como consecuencia de la regla antes mencionada “deslastrar antes de cargar”. Esto provoca que el buque, además de sufrir de esfuerzos para la condición navegando (en puerto, al contrario, si cumple) se encuentra con un calado a proa por debajo del mínimo exigible, quedando inoperativa la hélice de proa además de no cumplir las condiciones de navegabilidad exigidas.

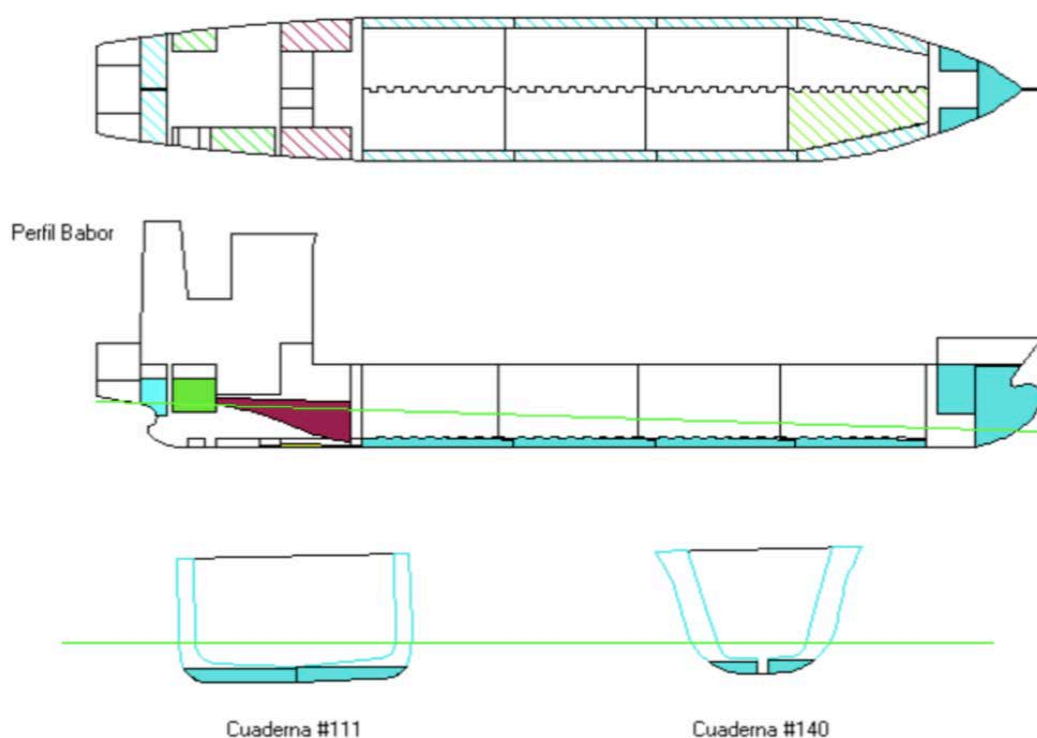


Ilustración 4: Plano longitudinal y transversal de cuadernas. Fuente Nereida Loading Computer, Sedni S.A.

#### • TANQUES (CALIBRACIÓN PARA ESCORA Y TRIMADO NULOS)

Water Ballast Desc.	Cap. (m³)	Den. (tn/m³)	Vol. (m³)	Peso (t)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Lleno (%)	Sonda (m)	Msl (t·m)
10C - Fore Peak	121.4	1.026	118.96	122.05	96.86	0.00	5.51	98	9.44	50.09
100S	74.9	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
100P	74.9	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
100C	50.2	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
60P	333.3	1.026	113.71	116.66	36.02	-3.46	0.58	34.12	1.08	553.20
60S	333.3	1.026	113.71	116.66	36.02	3.46	0.58	34.12	1.08	553.20
50P	331.5	1.030	131.13	135.07	51.50	-4.12	0.57	39.56	1.09	753.69
50S	331.5	1.026	131.13	134.54	51.50	4.12	0.57	39.56	1.09	750.76
40P	311.3	1.026	113.28	116.22	66.48	-3.69	0.58	36.39	1.09	598.54
40S	311.3	1.026	113.28	116.22	66.48	3.69	0.58	36.39	1.09	598.49
30P	276.8	1.026	50.07	51.38	80.76	-2.02	0.62	18.09	1.09	122.12
30S	276.6	1.026	50.04	51.34	80.76	2.02	0.62	18.09	1.09	122.04
20_P	27.0	1.026	26.48	27.17	92.07	-3.02	7.49	98	5.67	6.32
20_S	27.0	1.026	26.48	27.17	92.07	3.02	7.49	98	5.67	6.35

Deslastre a 1,10 m de sonda

#### • CALADOS

Descripción	Popa m	Proa m	medio m	Limite OK/ERROR m	Trimado °	Trimado °	Escora °
Calados en las marcas	5.51	2.02	-	-	-	-3.49	-2.02
Calados de trazado	5.48	1.99	3.73	7.8	OK	-3.49	-2.02
Calados (Ref. cbq)	5.51	2.01	3.76	-	-	-3.49	-2.02

Ilustración 5: Datos sondas de lastre y calados finales. Fuente Nereida Loading Computer, Sedni S.A.

La solución a este problema es tan sencilla como que el flushing se debe realizar como si cargásemos cualquier producto que no fuese asfalto, es decir, sin la necesidad de tener que deslastrar antes. La explicación es la siguiente:

- Cuando transportamos asfalto hablamos de cantidades grandes y no de 100 o 150 m<sup>3</sup> que es lo que nos van a cargar y que tendremos como máximo en nuestro tanque por lo que no es lo mismo 800 m<sup>3</sup> (por ejemplo) de asfalto en un tanque transportándolo durante días que esa mínima cantidad de asfalto que apenas estará una hora en cada tanque.
- Para el flushing no es necesario mantener la temperatura comercial de transporte, entre 150 y 175 °C, tengamos en cuenta que se trata de una pequeña cantidad de asfalto que servirá para la limpieza de los tanques y líneas, lo que al final se convertirá en una especie de residuo inservible que se descargará a tierra para ser eliminado a través de procesos especiales.
- Antes de cargar, los tanques deben estar precalentados mediante un sistema de serpentines de aceite térmico alcanzando una temperatura de 80 a 90 °C. El primer tanque donde se cargará para empezar a realizar el flushing deberá tener su tanque de lastre adyacente deslastrado por debajo del plan del tanque de carga. De esta forma evitamos el choque térmico inicial al tener el tanque precalentado y no tener agua de lastre alrededor del mismo. Otra de las razones de deslastrar por debajo del plan del tanque de carga es porque los primeros tanques donde se hace el flushing serán los últimos donde se terminará y los primeros en cargar el asfalto una vez descargado los residuos finales resultado de la limpieza. Por ello el buque debe estar preparado para recibir la carga una vez finalizado ya que si no incurriría en demoras innecesarias (deslastrar 4 tanques de lastre. Normalmente los asfalteros sin cofferdam tienen una cláusula en el contrato de fletamento por la cual necesitan entre 3 y 4 horas para deslastrar. En ese tiempo se aprovecha tanto para deslastrar como para calentar los tanques de carga.

---

Como se comenta en el segundo punto de los tres anteriores, en la operativa de flushing no es necesario realizarla manteniendo la temperatura a la que nos cargan el asfalto, al contrario de lo que se cree. La temperatura debe ser alrededor de 100 °C solucionando así los problemas mencionados con anterioridad. Las únicas limitaciones que tendríamos serían:

- ¿Qué viscosidad tendría el asfalto por debajo de esa temperatura?
- ¿Cuál sería su punto de fusión? Es decir, ¿Cuál sería la mínima temperatura por debajo de la cual el asfalto se convierte en un sólido?
- Si la bomba de carga puede trabajar o no con asfalto de esa viscosidad pues es realmente lo que nos importa, que pueda mover el asfalto por todas las líneas y tanques del buque. Esto, evidentemente dependerá de las características de la bomba de asfalto la cual está limitada a unos valores de viscosidad del asfalto, los cuales son los que determinan si este puede fluir en función de su temperatura, ya que cuanto menos temperatura mayor será su viscosidad y por tanto menos su consistencia (grado de fluidez).

Para resolver estas cuestiones es necesario explicar los siguientes conceptos: punto de fusión, consistencia, viscosidad y grado de penetración.

### **Punto de fusión:**

Se conoce como punto de fusión a la temperatura en la cual una materia que se halla en estado sólido pasa a su estado líquido. Se trata de una propiedad física intensiva de la materia, esto quiere decir que no está ligada a la cantidad de sustancia o al tamaño del cuerpo. En el proceso de fusión, la materia sólida comienza a calentarse hasta alcanzar el punto de fusión, momento en el cual se produce su cambio de estado y se transforma en un líquido. Si el líquido se sigue calentando puede alcanzar su punto de ebullición de ahí que se defina un rango de temperaturas entre la máxima temperatura y la mínima dentro de las cuales el asfalto se mantiene como un líquido.

En el caso concreto del asfalto podemos encontrar esta información acerca de su punto de fusión en la ficha de datos de seguridad del producto (Material

---

Safety Data Sheet - MSDS). En ella encontramos que su punto/intervalo de fusión es de 54 °C a 173 °C (ver ANEXO V).

### **Consistencia:**

Para caracterizar a los asfaltos es necesario conocer su consistencia a distintas temperaturas, puesto que son materiales termoplásticos que se licúan gradualmente al calentarlos. Consistencia es el término usado para describir el grado de fluidez o plasticidad del asfalto a cualquier temperatura dada. Para poder comparar la consistencia de un cemento asfáltico con la de otro, es necesario fijar una temperatura de referencia.

Si se expone al aire el cemento asfáltico en películas delgadas y se le somete a un calentamiento prolongado, como por ejemplo en las mezclas con agregado pétreo, el asfalto tiende a endurecerse y aumentar su consistencia. Se permite un aumento limitado de ésta, por lo cual un control no adecuado de la temperatura y del mezclado puede provocar un daño al cemento asfáltico, tanto como el servicio en el camino terminado.

Comúnmente, para especificar y medir la consistencia de un asfalto para pavimento, se usan ensayos de viscosidad o de penetración.

**Ensayo de viscosidad:** Permite conocer los valores de la resistencia del asfalto a fluir. Este ensayo se puede realizar a temperaturas de 60°C o de 135°C. A 60°C se efectúa la viscosidad absoluta y se utiliza un viscosímetro capilar, el cual se coloca en un baño de aceite a temperatura constante. Se incorpora el asfalto precalentado hasta que llegue a la marca de llenado.

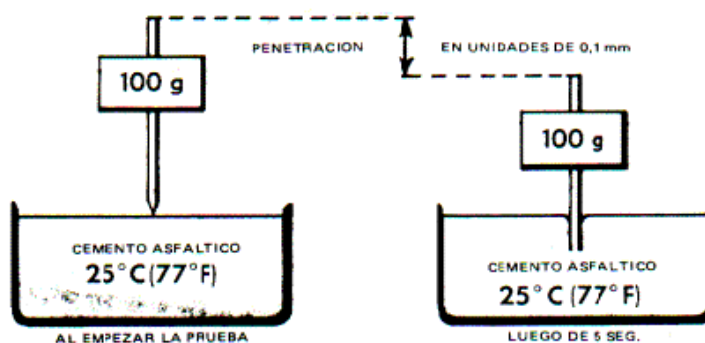
Una vez que el sistema ha alcanzado la temperatura de 60°C, se aplica un vacío y se mide el tiempo en que tarda en desplazarse el asfalto por el capilar entre dos marcas consecutivas. Al multiplicarse este tiempo por el factor de calibración de viscosímetro, se obtiene el valor de la viscosidad absoluta en Poises. A temperatura de 135°C se realiza el ensayo de viscosidad cinemática y sus unidades son en centistokes.

La tabla siguiente muestra la viscosidad recomendada en función de la aplicación a la que se dedique el asfalto. La que nosotros nos interesa sería la viscosidad requerida de bombeo.

Aplicación	Viscosidad requerida (cst)
Spray	20-100
Llenado de Juntas	100-200
Mezclado con Filler	200
Impregnación	20-200
Impermeabilización	200-1000
Pintado	600
Recubrimiento	1000
Bombear	1500-2000

**Tabla 1:** Valores en centistokes de la viscosidad del asfalto en función de su aplicación.  
Fuente: [www.e-asfalto.com](http://www.e-asfalto.com)

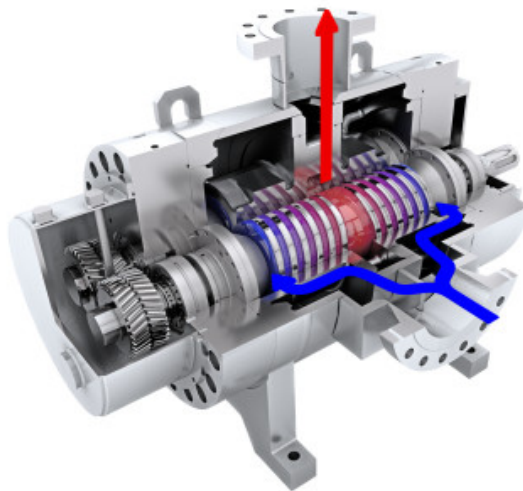
**Ensayo de penetración:** Se trata de un método de ensayo empírico antiguo, que permite medir la dureza o consistencia del cemento asfáltico. Consiste en la penetración de una aguja normalizada de 100 g la cual se introduce en un recipiente con cemento asfáltico a una temperatura de referencia de 25°C por un tiempo de 5 segundos, midiéndose después la penetración de la aguja en unidades de 0,1 mm.



**Ilustración 6:** Ensayo de penetración para determinar el grado. Fuente: [www.e-asfalto.com](http://www.e-asfalto.com)

Una vez definidos estos conceptos, podemos explicar qué es una bomba de asfalto y sus características a través de las cuales podremos averiguar si se puede o no bombear asfalto a una temperatura de alrededor de 100 °C pudiendo de esta forma continuar desarrollando nuestra metodología para la realización del flushing. Como ejemplo usaremos el modelo de bomba de asfalto del buque sobre el que realizaremos la aplicación práctica.

Dispone de dos bombas de la marca alemana LEISTRITZ, cuyo modelo es L4NG 186. Este tipo de bombas son especiales para trabajar con productos como el asfalto ya que pueden hacer circular productos cuya viscosidad es elevada. Sin embargo, no son aptas para el bombeo de productos como por ejemplo el agua salada cuya viscosidad es muy pequeña.



**Ilustración 7:** Esquema bomba de asfalto Leistriz, modelo L4 NG 186.  
**Fuente:** Catálogo Leistriz.

Como se mencionó antes la duda está en si este tipo de bombas puede trabajar con temperaturas en torno a 100 °C para poder así realizar el flushing sin necesidad de deslastrar todo el barco. La respuesta está en la máxima viscosidad que soporta la bomba y a qué temperatura correspondería dicha viscosidad. Para resolver este dato buscamos en las características técnicas de la propia bomba.



Leistritz		L4NG	
Maximum pumping overpressure	12.35 bar		
Maximum operation viscosity up to	1.000 mm <sup>2</sup> /s		
Maximum inlet pressure	0 bar		
Fluid temperature	140 up to 200°C		
Maximum heating overpressure	12 bar		
Maximum heating temperature	200°C		
Allowed range of the speed	600 up to 1800 rpm		
The settings and absolute maximum ratings see appendix			

Ilustración 8: Características técnicas bomba de asfalto Leistritz, modelo L4 NG 186.  
Fuente: Manual bombas Leistritz

Como podemos ver en la ilustración 8, la máxima viscosidad a la que puede trabajar este modelo de bomba son 1000 mm<sup>2</sup>/seg lo que sería igual a 1.000 cSt (centistokes), puesto que 1 mm<sup>2</sup>/seg = 1 cSt.

Hay que matizar que estos valores son recomendados por lo que las bombas podrían trabajar con valores incluso mayores de viscosidad, la propia experiencia en anteriores operativas de flushing prueban este dato.

En la siguiente tabla viene representada la viscosidad del asfalto. Para cada valor de viscosidad le corresponde una temperatura en función del grado de penetración. En ella podemos ver que la viscosidad es inversamente proporcional a la temperatura, es decir a mayor valor de viscosidad en centistokes, menor temperatura.

Rango en penetracion	Viscosidad en cSt						
	20.000	5.000	2.000	1.000	200	100	50
180/200	70	85	100	110	140	155	175
80/100	80	95	105	120	150	170	190
60/70	85	100	115	125	155	175	195
50/60	90	105	115	125	160	175	200
40/50	90	110	120	130	165	180	200
30/40	95	110	125	135	170	185	210
20/30	100	120	130	145	175	195	220
10/20	115	130	140	155	190	205	230
Rango en pen / P.A.							
85/25	125	145	160	170	205	225	250
85/40	130	145	160	170	200	220	245
115/15	165	185	205	215	255	-	-

Tabla 2: Equivalencias de la viscosidad del asfalto con su temperatura. Fuente: www.e-asfalto.com



Como se puede apreciar en la tabla, para unos valores de viscosidad comprendidos entre 1000 y 2000 cSt le corresponden unos valores de temperatura en torno a 100 °C.

Si a esto le añadimos que su punto de fusión, es decir, temperatura por encima de la cual se comporta como un líquido, es superior a 54 °C podemos concluir que el asfalto puede ser manejado entorno a esas temperaturas (90 – 110°C) sin necesidad de mantenerlo a la temperatura comercial a la que normalmente se transporta (150 – 170 °C)

Considerados todos los aspectos anteriores ya tenemos solucionado el problema planteado que da lugar a una mala práctica en el manejo de los lastres motivo del desconocimiento o desinformación. Esta solución explicativa nos permite continuar desarrollando nuestra metodología en los siguientes puntos.

---

### **II.3.2.- Explicación del procedimiento de flushing mediante un flujograma.**

Cuando un buque asfaltero llega a una terminal a recibir una carga de asfalto y previamente su carga fue de un producto diferente al asfalto, normalmente fuel oil, aunque el buque operativamente pueda realizar la carga sin necesidad de hacer ninguna limpieza puede que la terminal, el surveyor o el cargador soliciten la necesidad de hacer flushing. Como se ha explicado antes, esto es debido a que el asfalto puede contaminarse y perder su calidad. Para ello se carga una pequeña cantidad de asfalto, normalmente el de menor grado de penetración (35/50). La cantidad suele ser entre el 6 y el 8% del total que cargará el buque o la cantidad de remanente abordado del buque multiplicado por 30. Posteriormente se inicia la operación de flushing.

Existen dos posibilidades a la hora de hacerlo y dependen únicamente de la cantidad que nos introduzcan. El motivo de hacerlo en un tanque (trasegando individualmente de tanque a tanque) o hacerlo en dos tanques (trasegando por parejas de tanques) es simplemente la escora del barco. Cargar 300 m<sup>3</sup> en un solo tanque causaría mayor dificultad para corregir la escora que produce además de poner en riesgo la estabilidad de buque por ser demasiado peso a cargar en un solo tanque. Por eso se suele repartir por igual en los dos primeros tanques donde se iniciará la operación.

Las ventajas de realizarlo por parejas de tanques es que se produce una disminución del 50% del tiempo total de la duración del flushing completo.

Mediante el siguiente diagrama de flujo facilitamos la comprensión de lo explicado representando todo el procedimiento por secuencias o pasos de las dos opciones posibles a la hora de realizar el procedimiento de flushing.

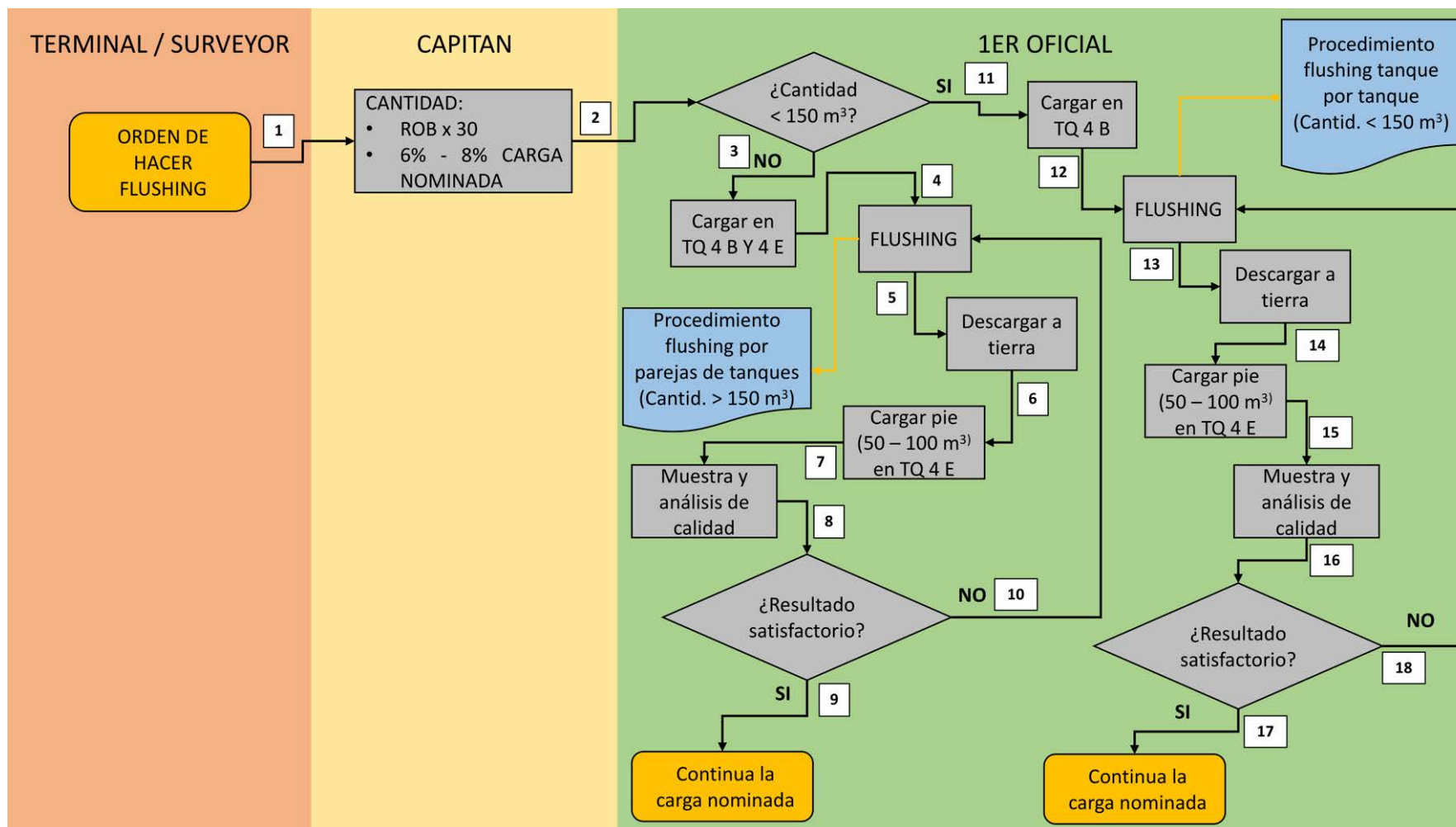


Ilustración 9: Flujograma de procedimiento de flushing dependiendo de la cantidad de carga. Fuente: Elaboración propia.

### **II.3.3.- Tiempos de duración en la operación.**

Una de las grandes incógnitas es saber cuanto tiempo debemos estar recirculando cada tanque para que sea efectiva la limpieza. No existe ninguna información donde se establezca cual el tiempo mínimo mediante el cual se obtenga un resultado óptimo de limpieza por lo que para hacer este procedimiento no servimos de la propia experiencia atendiendo a los resultados satisfactorios obtenidos en todas las operativas de flushing llevadas a cabo. Siendo así, el tiempo mínimo de recirculación de cada tanque es de 15 minutos.

Una vez pasados 15 minutos recirculando el tanque es cuando empezamos a trasegar su contenido al siguiente tanque. El tiempo empleado aquí dependerá del porcentaje de revoluciones de la bomba. Haciendo caso una vez más a la propia experiencia, un régimen de revoluciones de entre el 50% y el 65% nos dará un tiempo total de 40-45 minutos para una cantidad de 150 m<sup>3</sup> aproximadamente. Si sumamos ambos tiempos obtenemos que por cada tanque empleamos un tiempo de una hora aproximadamente. Sumando el número total de tanques obtendremos el total de tiempo de duración del flushing. Como se mencionó antes si la cantidad es mas grande, por la cual debamos repartir la carga en dos tanques, el tiempo total empleado se reducirá, por lógica, el 50%.

Un dato importante es que al tratarse de un bombeo interno no existe contrapresión, ya que el asfalto circula a través de las líneas del buque sin pasar por el manifold al exterior. Durante la operativa los manómetros de presión de las bombas y el manifold no indican valor alguno. Esto nos permite elevar el régimen de revoluciones de la bomba hasta el máximo permitido, cuantas más revoluciones más rápidamente circula el asfalto por las líneas, pero como hemos dicho antes, con un porcentaje de revoluciones de un 65% obtenemos resultados satisfactorios. Por encima de este porcentaje únicamente incrementaríamos el consumo de forma innecesaria.

---

**II.3.4.- Elaboración de un esquema de flushing y de una guía de pasos asociada.**

El siguiente paso sería elaborar una guía por pasos o secuencias para los dos casos de flushing vistos en el flujograma en función de las cantidades a cargar. Para realizar esto hacemos uso de un esquema de disposición de tanques de forma que se hace más sencillo visualizar el procedimiento. Este esquema formará parte del procedimiento buscado de tal forma que el usuario no sólo dispondrá de una guía sino también de su esquema correspondiente. Para el desarrollo de la metodología elaboramos un esquema de un buque genérico de 8 tanques dispuestos por parejas de tal forma que tenemos 4 parejas de tanques haciéndolo coincidir con el buque modelo el cual usaremos en la aplicación práctica. Esta metodología nos servirá para cualquier buque asfaltero indiferentemente del número de tanques ya que la única diferencia será el tiempo de la operación, cuantos más tanques tenga, más veces se recirculará y se trasvasará de tanque a tanque.

### II.3.5.- Guía para la resolución del flushing para cantidades entre 100 y 150 m<sup>3</sup>. Buque genérico.

GUIA PROCEDIMIENTO GENERICO FLUSHING ENTRE 100 Y 150 m3				
PASOS	CUBIERTA	BOMBA	TANQUE	PROCEDIMIENTO
1	1.1	Manifold		Abrir válvula del manifold correspondiente a la conexión de carga
	1.2		4 babor	Abrir caída del tanque de carga
	1.3	Cross-over		Abrir todos
	1.4			Cargar cantidad de asfalto para flushing acordada
2	2.1	Manifold		Cerrar válvula del manifold correspondiente a la conexión de carga
	2.2		Babor	Abrir aspiración
	2.3		Babor	Abrir descarga de la bomba
	2.4		4 babor	Abrir aspiración
	2.5		Babor	Arrancar y subir revoluciones hasta 50% - 65%
3	3.1		3 babor	Abrir caída del tanque de carga
	3.2		4 babor	Cerrar caída del tanque de carga
4	4.1		3 babor	Abrir aspiración
	4.2		4 babor	Cerrar aspiración
5	5.1		2 babor	Abrir caída del tanque de carga .
	5.2		3 babor	Cerrar caída del tanque de carga
6	6.1		2 babor	Abrir aspiración
	6.2		3 babor	Cerrar aspiración
7	7.1		1 babor	Abrir caída del tanque de carga .
	7.2		2 babor	Cerrar caída del tanque de carga
8	8.1		1 babor	Abrir aspiración
	8.2		2 babor	Cerrar aspiración
9	9.1		1 estribor	Abrir caída del tanque de carga .
	9.2		1 babor	Cerrar caída del tanque de carga
10	10.1		Estribor	Abrir aspiración
	10.2		Estribor	Abrir descarga de la bomba
	10.3		1 estribor	Abrir aspiración
	10.4		1 estribor	Abrir caída del tanque de carga .
	10.5		Estribor	Arrancar y subir revoluciones hasta 50% - 65%
11	11.1		2 estribor	Abrir caída del tanque de carga
	11.2		1 estribor	Cerrar caída del tanque de carga
12	12.1		2 estribor	Abrir aspiración
	12.2		1 estribor	Cerrar aspiración
13	13.1		3 estribor	Abrir caída del tanque de carga
	13.2		2 estribor	Cerrar caída del tanque de carga
14	14.1		3 estribor	Abrir aspiración
	14.2		2 estribor	Cerrar aspiración
15	15.1		4 estribor	Abrir caída del tanque de carga
	15.2		3 estribor	Cerrar caída del tanque de carga
16	16.1		4 estribor	Abrir aspiración
	16.2		3 estribor	Cerrar aspiración
17	17.1	Manifold		Abrir válvula del manifold correspondiente a la conexión de carga
	17.2		4 estribor	Cerrar caída del tanque de carga

**Tabla 3:** Guía de pasos para procedimiento de flushing para cantidades menores a 150 m3.  
Fuente: Elaboración propia



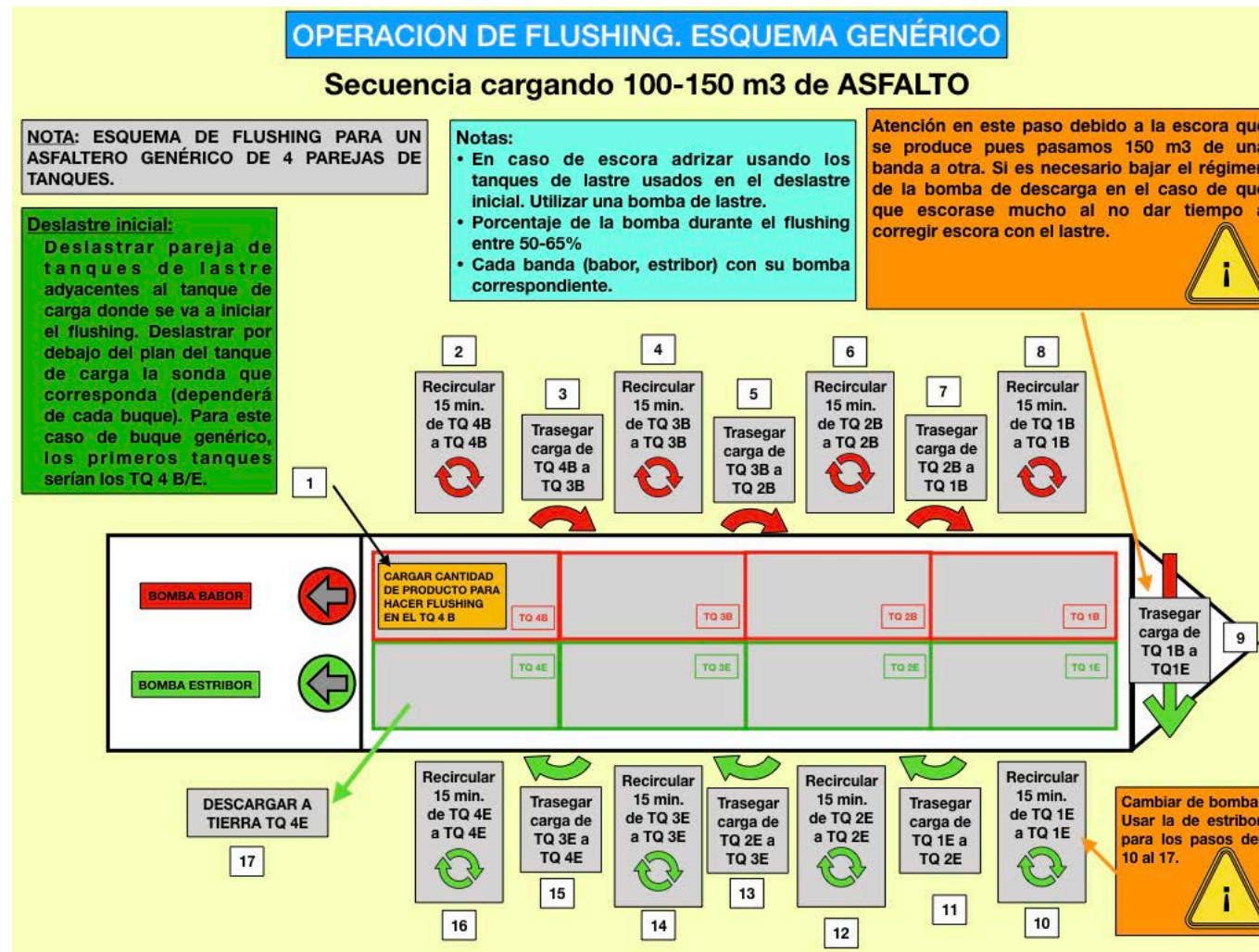


Ilustración 10: Esquema operación de flushing para un buque genérico con cantidades entre 100 y 150 m3. Fuente: Elaboración propia.

II.3.6.- Guía para la resolución del flushing para cantidades entre 150 y 300 m<sup>3</sup>. Buque genérico.

GUÍA PROCEDIMIENTO GENERICO FLUSHING ENTRE 150 -300 m3				
PASOS	CUBIERTA	BOMBA	TANQUE	PROCEDIMIENTO
1	1.1	Manifold		Abrir válvula del manifold correspondiente a la conexión de carga
	1.2		4 babor	Abrir caída del tanque de carga .
	1.3		4 estribor	Abrir caída del tanque de carga .
	1.4	Cross-over		Abrir una
	1.5			Cargar cantidad de asfalto para flushing acordada
2	2.1	Manifold		Cerrar válvula del manifold correspondiente a la conexión de carga
	2.2	Cross-over		Cerrar
	2.3		Babor	Abrir aspiración del tanque de carga
	2.4		Babor	Abrir descarga de la bomba
	2.5		4 babor	Abrir aspiración del tanque de carga
	2.6		Babor	Arrancar y subir revoluciones hasta 50% - 65%
	2.7		Estribor	Abrir aspiración del tanque de carga
	2.8		Estribor	Abrir descarga de la bomba
	2.9		4 estribor	Abrir aspiración del tanque de carga
	2.10		Estribor	Arrancar y subir revoluciones hasta 50% - 65%
3	3.1		3 babor	Abrir caída del tanque de carga
	3.2		4 babor	Cerrar caída del tanque de carga
	3.3		3 estribor	Abrir caída del tanque de carga
	3.4		4 estribor	Cerrar caída del tanque de carga
4	4.1		3 babor	Abrir aspiración del tanque de carga
	4.2		4 babor	Cerrar aspiración del tanque de carga
	4.3		3 estribor	Abrir aspiración del tanque de carga
	4.4		4 estribor	Cerrar aspiración del tanque de carga
5	5.1		2 babor	Abrir caída del tanque de carga
	5.2		3 babor	Cerrar caída del tanque de carga
	5.3		2 estribor	Abrir caída del tanque de carga
	5.4		3 estribor	Cerrar caída del tanque de carga
6	6.1		2 babor	Abrir aspiración del tanque de carga
	6.2		3 babor	Cerrar aspiración del tanque de carga
	6.3		2 estribor	Abrir aspiración del tanque de carga
	6.4		3 estribor	Cerrar aspiración del tanque de carga
7	7.1		1 babor	Abrir caída del tanque de carga
	7.2		2 babor	Cerrar caída del tanque de carga
	7.3		1 estribor	Abrir caída del tanque de carga
	7.4		2 estribor	Cerrar caída del tanque de carga
8	8.1		1 babor	Abrir aspiración del tanque de carga
	8.2		2 babor	Cerrar aspiración del tanque de carga
	8.3		1 estribor	Abrir aspiración del tanque de carga
	8.4		2 estribor	Cerrar aspiración del tanque de carga
9	9.1		4 babor	Abrir caída del tanque de carga
	9.2		1 babor	Cerrar caída del tanque de carga
	9.3		4 estribor	Abrir caída del tanque de carga
	9.4		1 estribor	Cerrar caída del tanque de carga
10	10.1		4 babor	Abrir aspiración del tanque de carga
	10.2		1 babor	Cerrar aspiración del tanque de carga
	10.3		4 estribor	Abrir aspiración del tanque de carga
	10.4		1 estribor	Cerrar aspiración del tanque de carga
	10.5	Manifold		Abrir válvula del manifold correspondiente a la conexión de carga
	10.6	Cross-over		Abrir una
	10.7		4 babor	Cerrar caída del tanque de carga
	10.8		4 estribor	Cerrar caída del tanque de carga

Tabla 4: Guía de pasos para procedimiento de flushing para cantidades mayores e 150 m<sup>3</sup>.  
Fuente: Elaboración propia.



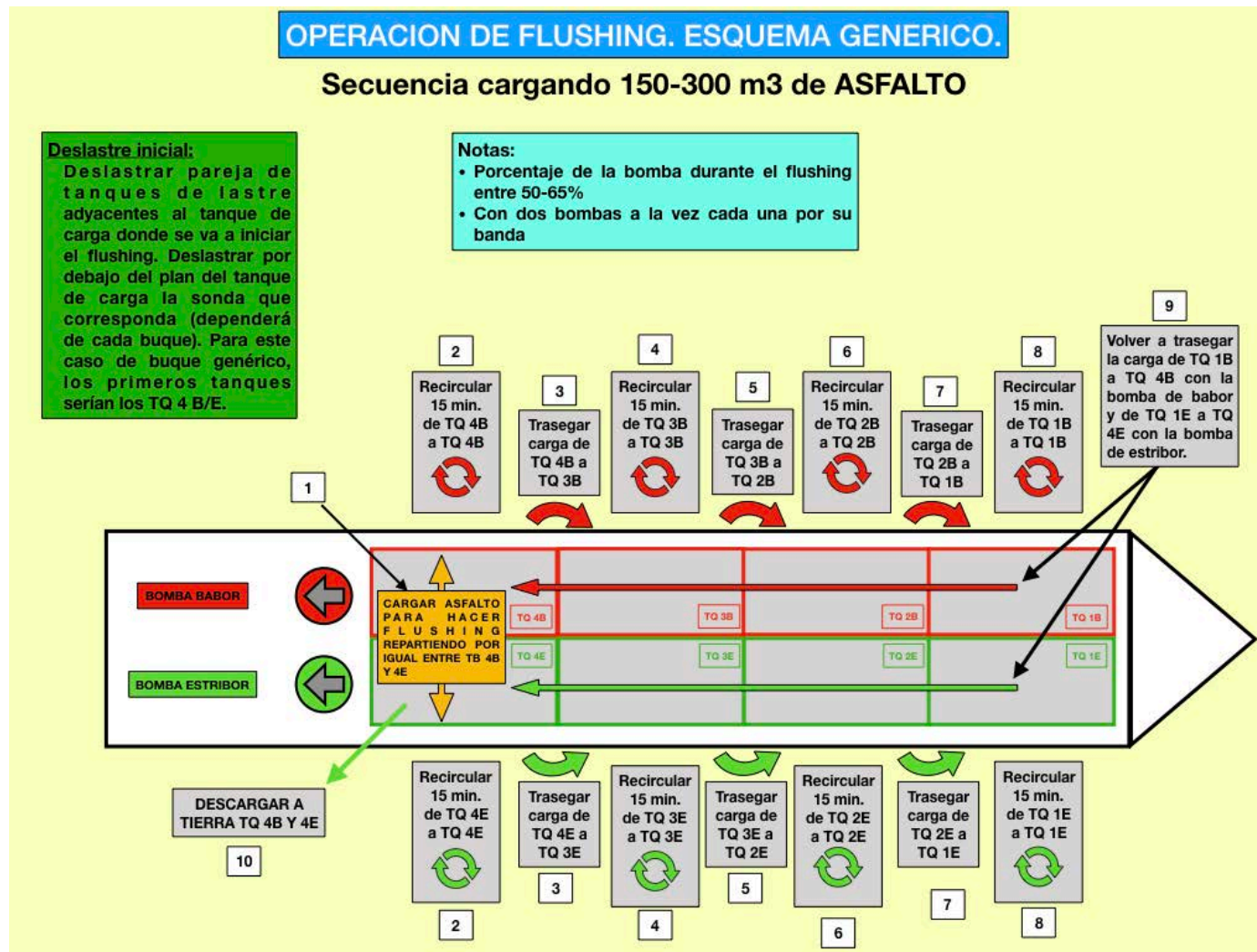


Ilustración 11: Esquema operación de flushing para un buque genérico con cantidades entre 150 y 300 m3. Fuente: Elaboración propia

### III.- APLICACIÓN PRÁCTICA

Para el desarrollo de la aplicación práctica usaremos como se menciona durante todo el trabajo, un asfaltero real, el cual nos servirá para poner en práctica la metodología elaborada. Si hasta ahora se usaban términos genéricos para describir los pasos a seguir como “*abrir válvula de caída del tanque*”, ahora podemos realizar una guía de secuencias paso a paso especificando el nombre de las válvulas. Utilizaremos el sistema de carga del propio buque el cual podemos encontrar en el anexo I. Se trata de una plantilla donde se plasma sobre los planos reales de tanques del buque, todas las líneas de carga, bombas de asfalto, así como todas las válvulas tanto de caída, aspiración, descarga y aspiración.

Esta plantilla sustituye a lo que en la realidad sería la pantalla de carga donde el usuario realizaría todos los pasos con la ayuda de la guía paso a paso y del esquema de flushing desarrollados en el apartado anterior. Cuando hablamos de la pantalla de carga nos referimos a la estación de monitorización remota (DIAMAR) descrito en el apartado de herramientas, acompañado de la ilustración I.

Por otro lado, y como apoyo a lo antes mencionado haremos uso del calculador de esfuerzos del propio buque (descrito en las herramientas). De esta forma demostraremos en cada paso el cumplimiento de los criterios de estabilidad y seguridad (calado mínimo a proa) de la guía metodológica tanto para un caso, cantidades hasta 150 m<sup>3</sup> usando tanque por tanque, como para el otro, cantidades por encima de 150 m<sup>3</sup> usando parejas de tanques.

Adjuntaremos en el apartado ANEXOS, los datos correspondientes a su condición para cada paso de la guía. De todos los múltiples datos que nos proporciona el calculador de carga nos quedaremos con los que consideramos reflejan la fiabilidad de la metodología aplicada. Estos serán: **calado a proa, esfuerzos cortantes, esfuerzos flectores, escora y criterios de estabilidad.**

### III.1.- Guía para la resolución del flushing para cantidades entre 100 y 150 m<sup>3</sup>. Buque modelo de la aplicación práctica. (Ver ANEXO III).

GUIA PROCEDIMIENTO FLUSHING ENTRE 100 Y 150 m3				
PASOS	CUBIERTA	BOMBA	TANQUE	PROCEDIMIENTO
1	1.1	Manifold		Abrir válvula del manifold correspondiente a la conexión de carga
	1.2		4 babor	Abrir caída CC02
	1.3	Cross-over		Abrir CC01 y CC14
	1.4			Cargar cantidad de asfalto para flushing acordada
2	2.1	Manifold		Cerrar válvula del manifold correspondiente a la conexión de carga
	2.2		Babor	Abrir aspiración CB02
	2.3		Babor	Abrir descarga de la bomba CB04
	2.4		4 babor	Abrir aspiración CT07
3	3.1		Babor	Arrancar y subir revoluciones hasta 50% - 65%
	3.2		3 babor	Abrir caída CC04
	3.3		4 babor	Cerrar caída CC02
	3.4		3 babor	Abrir aspiración CT05
4	4.1		4 babor	Cerrar aspiración CT07
	4.2		2 babor	Abrir caída CC06
5	5.1		3 babor	Cerrar caída CC04
	5.2		2 babor	Abrir aspiración CT03
6	6.1		3 babor	Cerrar aspiración CT05
	6.2		1 babor	Abrir caída CC08
7	7.1		2 babor	Cerrar caída CC06
	7.2		1 babor	Abrir aspiración CT01
8	8.1		2 babor	Cerrar aspiración CT03
	8.2		1 estribor	Abrir caída CC09
9	9.1		1 babor	Cerrar caída CC08
	9.2		1 estribor	Abrir aspiración CB03
10	10.1	Estribor		Abrir descarga de la bomba CB05
	10.2	Estribor		Abrir aspiración CT02
	10.3		1 estribor	Abrir caída CC09
	10.4		1 estribor	Arrancar y subir revoluciones hasta 50% - 65%
11	11.1		2 estribor	Abrir caída CC07
	11.2		1 estribor	Cerrar caída CC09
12	12.1		2 estribor	Abrir aspiración CT04
	12.2		1 estribor	Cerrar aspiración CT02
13	13.1		3 estribor	Abrir caída CC05
	13.2		2 estribor	Cerrar caída CC07
14	14.1		3 estribor	Abrir aspiración CT06
	14.2		2 estribor	Cerrar aspiración CT04
15	15.1		4 estribor	Abrir caída CC03
	15.2		3 estribor	Cerrar caída CC05
16	16.1		4 estribor	Abrir aspiración CT08
	16.2		3 estribor	Cerrar aspiración CT06
17	17.1	Manifold		Abrir válvula del manifold correspondiente a la conexión de carga
	17.2		4 estribor	Cerrar caída CC03

**Tabla 5:** Guía de pasos para procedimiento de flushing para cantidades menores de 150 m<sup>3</sup>. Buque modelo de la aplicación práctica. **Fuente:** Elaboración propia.



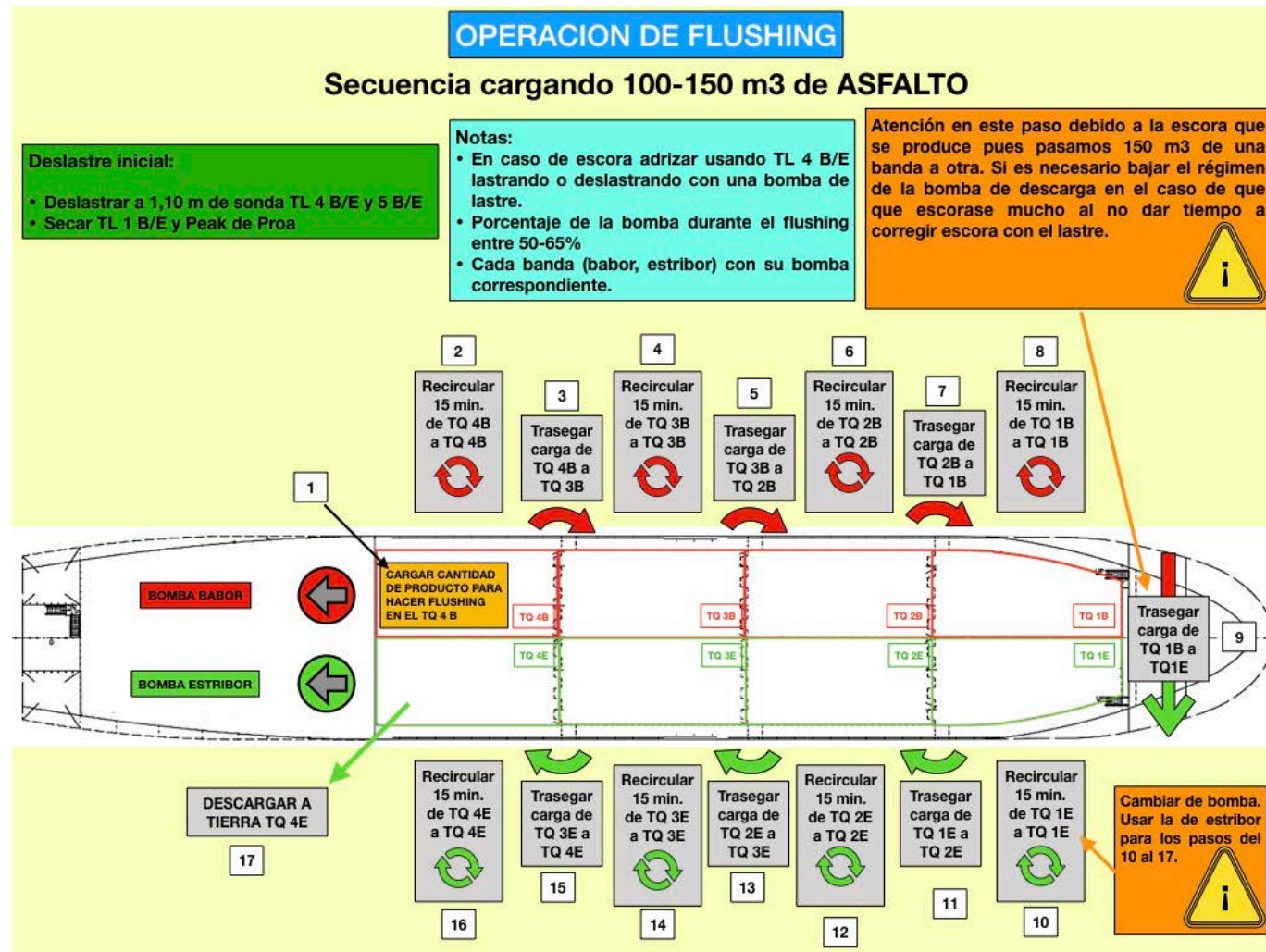


Ilustración 12: Esquema operación de flushing con cantidades entre 100 y 150 m3. Buque modelo de la aplicación práctica. Fuente: Elaboración propia

### III.2.- Guía para la resolución del flushing para cantidades entre 100 y 150 m<sup>3</sup>. Buque modelo de la aplicación práctica. (Ver ANEXO IV).

GUÍA PROCEDIMIENTO FLUSHING ENTRE 150 -300 m3				
PASOS	CUBIERTA	BOMBA	TANQUE	PROCEDIMIENTO
1	1.1	Manifold		Abrir válvula del manifold correspondiente a la conexión de carga
	1.2		4 babor	Abrir caída CC02
	1.3		4 estribor	Abrir caída CC03
	1.4	Cross-over		Abrir CC01
	1.5			Cargar cantidad de asfalto para flushing acordada
2	2.1	Manifold		Cerrar válvula del manifold correspondiente a la conexión de carga
	2.2	Cross-over		Cerrar CC01
	2.3		Babor	Abrir aspiración CB02
	2.4		Babor	Abrir descarga CB04
	2.5		4 babor	Abrir aspiración CT07
	2.6		Babor	Arrancar y subir revoluciones hasta 50% - 65%
	2.7		Estribor	Abrir aspiración CB03
	2.8		Estribor	Abrir descarga CB05
	2.9		4 estribor	Abrir aspiración CT08
	2.10		Estribor	Arrancar y subir revoluciones hasta 50% - 65%
3	3.1		3 babor	Abrir caída CC04
	3.2		4 babor	Cerrar caída CC02
	3.3		3 estribor	Abrir caída CC05
	3.4		4 estribor	Cerrar caída CC03
4	4.1		3 babor	Abrir aspiración CT05
	4.2		4 babor	Cerrar aspiración CT07
	4.3		3 estribor	Abrir aspiración CT06
	4.4		4 estribor	Cerrar aspiración CT08
5	5.1		2 babor	Abrir caída CC06
	5.2		3 babor	Cerrar caída CC04
	5.3		2 estribor	Abrir caída CC07
	5.4		3 estribor	Cerrar caída CC05
6	6.1		2 babor	Abrir aspiración CT03
	6.2		3 babor	Cerrar aspiración CT05
	6.3		2 estribor	Abrir aspiración CT04
	6.4		3 estribor	Cerrar aspiración CT06
7	7.1		1 babor	Abrir caída CC08
	7.2		2 babor	Cerrar caída CC06
	7.3		1 estribor	Abrir caída CC09
	7.4		2 estribor	Cerrar caída CC07
8	8.1		1 babor	Abrir aspiración CT01
	8.2		2 babor	Cerrar aspiración CT03
	8.3		1 estribor	Abrir aspiración CT02
	8.4		2 estribor	Cerrar aspiración CT04
9	9.1		4 babor	Abrir caída CC02
	9.2		1 babor	Cerrar caída CC08
	9.3		4 estribor	Abrir caída CC03
	9.4		1 estribor	Cerrar caída CC09
10	10.1		4 babor	Abrir aspiración CT07
	10.2		1 babor	Cerrar aspiración CT01
	10.3		4 estribor	Abrir aspiración CT08
	10.4		1 estribor	Cerrar aspiración CT02
	10.5	Manifold		Abrir válvula del manifold correspondiente a la conexión de carga
	10.6	Cross-over		Abrir CC01
	10.7		4 babor	Cerrar caída CC02
	10.8		4 estribor	Cerrar caída CC03

**Tabla 6:**Guía de pasos para procedimiento de flushing para cantidades mayores de 150 m3. Buque modelo de la aplicación práctica. **Fuente:** Elaboración propia.

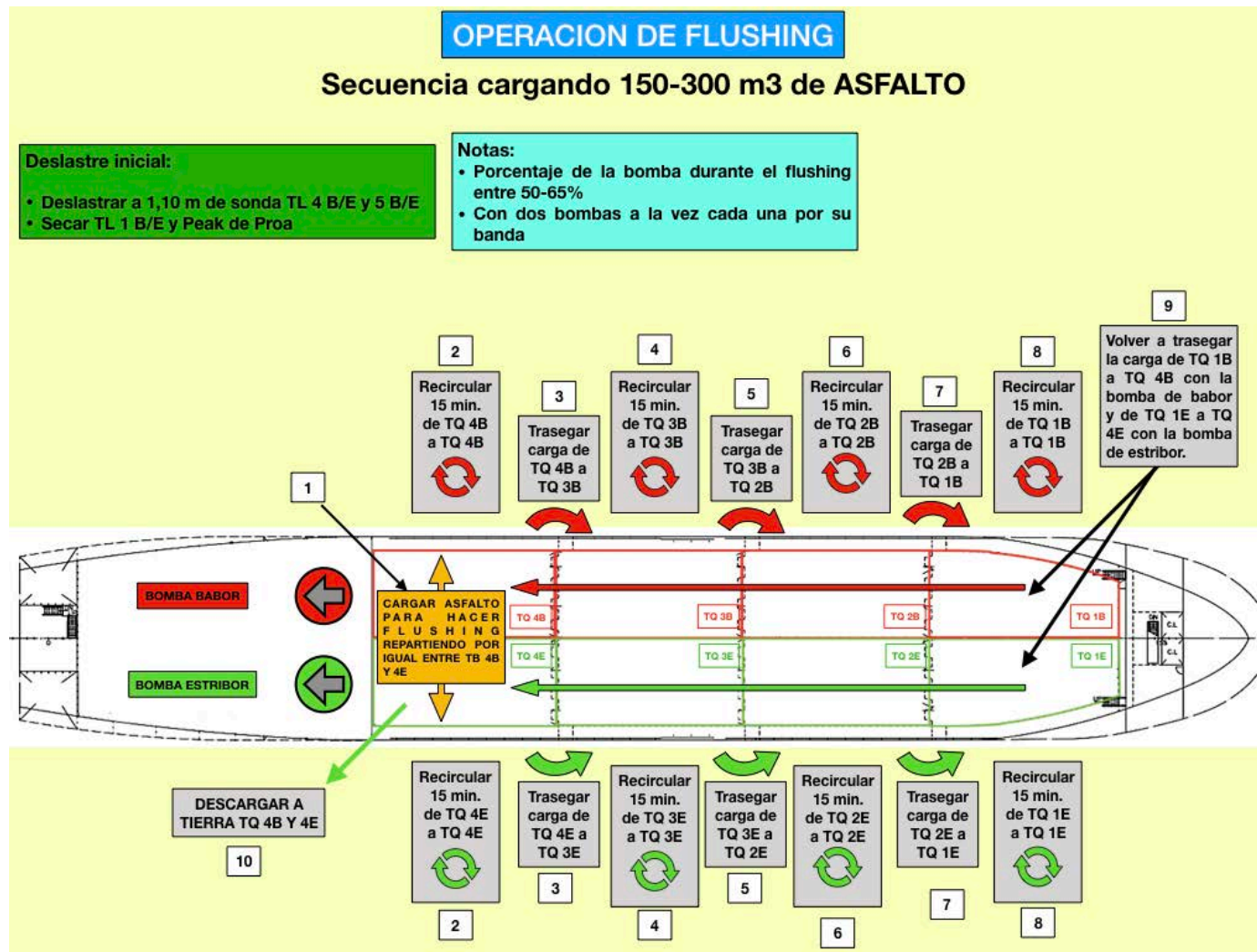


Ilustración 13: Esquema operación de flushing con cantidades entre 150 y 300 m3. Buque modelo de la aplicación práctica. Fuente: Elaboración propia



---

## IV.- CONCLUSIONES

1. Mediante la aplicación de esta metodología se soluciona el problema del deslastre de todo el barco previo a la operación de flushing incumpliendo todos los criterios de estabilidad del buque tales como un calado de proa inferior al permitido.
2. Además del cumplimiento de los criterios de estabilidad también se soluciona el problema de someter el buque a unos esfuerzos cortantes y flectores por encima de lo permitido durante toda la operativa consecuencia de haber deslastrado toda la eslora del buque y mantener todo el peso en las cabezas. Al tener la proa con el Peak de proa lastrado, el propio peso de las maquinillas, anclas y caja de cadenas y la hélice de proa y a popa con el peso de la habilitación y la máquina además de los tanques de agua dulce combustible y aceites, y todo el centro del buque durante toda su eslora con un peso total de agua de lastre insuficiente se provoca una situación de quebranto.
3. La importancia del triple casco como medida de solución, algo con lo que los asfalteros de nueva construcción ya cuentan haciendo más efectiva la propia operatividad del buque reduciendo tiempo de demoras a consecuencia de las horas de deslastrado previas a la carga y de lastrado posteriores a la descarga (incluido tiempo de enfriamiento de tanques) además de más seguras.
4. La importancia de la formación a los oficiales a cargo de las operaciones en relación con la operación de flushing. Implementación de una metodología en el manual de gestión de la seguridad del buque mucho más explícita, incluyendo gráficos y esquemas los cuales, como se ve en el trabajo, son mucho mas descriptivos y aportan mucha información en un solo vistazo.
5. Se confirman las hipótesis de resultado sobre la práctica segura de las operaciones de flushing y la obtención de resultados satisfactorios en el análisis final de la muestra, lo que significa que se han llevado a cabo los procedimientos descritos.

---

## Referencias citadas

---

1. **Bacchetta, G.** (15 de Julio de 2000). *e-asfalto*. Recuperado el Marzo de 2019, de e-asfalto.com: <https://www.e-asphalt.com/espectecnicas/esptecnica.htm>
2. **Bacchetta, G.** (15 de Julio de 2000). *e-asfalto*. Recuperado el Marzo de 2019, de e-asfalto.com: <http://www.e-asfalto.com/propiedades/propiedades.htm>
3. **Díaz De la Campa, F. J.** (2017). Asignatura Sistemas Integrados de Gestión. Santander, Cantabria, España.
4. **Leistritz Group.** (s.f.). *www.leistritz.com*. Recuperado el Marzo de 2019, de <https://pumps.leistritz.com>:  
[https://pumps.leistritz.com/fileadmin/user\\_upload/LP/Rest\\_of\\_World/Downloads/pumpentechnik-schraubenspindelpumpen-L4-de-en.pdf](https://pumps.leistritz.com/fileadmin/user_upload/LP/Rest_of_World/Downloads/pumpentechnik-schraubenspindelpumpen-L4-de-en.pdf)
5. **Organización Marítima Internacional.** (2016). *Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas*. Londres: Organización Marítima Internacional.
6. **SEDNI. (2015).** *www.sedni.es*. Recuperado el Abril de 2019, de [www.sedni.es](http://www.sedni.es):  
<http://sedni.es/sistemas-de-automatizacion-marina-diamar/>
7. **SEDNI. (2015).** *www.sedni.es*. Recuperado el Abril de 2019, de [www.sedni.es](http://www.sedni.es):  
<http://sedni.es/calculador-de-carga-nereida/>
8. **WordPress.** (2008). Recuperado el Abril de 2019, de [Definicion.de](http://definicion.de):  
<https://definicion.de/punto-de-fusion/>



---

## Incide de ilustraciones

---

<b>Ilustración 1:</b> Sistema de monitorización del sistema de carga, SEDNI. <b>Fuente:</b> Elaboración propia.....	7
<b>Ilustración 2:</b> Plano frontal tanques de carga y lastre. <b>Fuente:</b> Manual de procedimientos operativos de la compañía.....	12
<b>Ilustración 3:</b> Valores y sección transversal de los tanques de lastre. <b>Fuente:</b> Nereida Loading Computer, Sedni S.A.....	13
<b>Ilustración 4:</b> Plano longitudinal y transversal de cuadernas. <b>Fuente:</b> Nereida Loading Computer, Sedni S.A.....	15
<b>Ilustración 5:</b> Ensayo de penetración para determinar el grado. <b>Fuente:</b> www.e-asfalto.com.....	15
<b>Ilustración 6:</b> Datos sondas de lastre y calados finales. <b>Fuente:</b> Nereida Loading Computer, Sedni S.A.....	19
<b>Ilustración 7:</b> Esquema bomba de asfalto Leistritz, modelo L4 NG 186. <b>Fuente:</b> Catálogo Leistritz.....	20
<b>Ilustración 8:</b> Características técnicas bomba de asfalto Leistritz, modelo L4 NG 186. <b>Fuente:</b> Manual bombas Leistritz.....	21
<b>Ilustración 9:</b> Flujograma proceso de flushing dependiendo de la cantidad de carga. <b>Fuente:</b> Elaboración propia.....	24
<b>Ilustración 10:</b> Esquema operación de flushing para un buque genérico con cantidades entre 100 y 150 m <sup>3</sup> . <b>Fuente:</b> Elaboración propia.....	28
<b>Ilustración 11:</b> Esquema operación de flushing para un buque genérico con cantidades entre 150 y 300 m <sup>3</sup> . <b>Fuente:</b> Elaboración propia.....	30
<b>Ilustración 12:</b> Esquema operación de flushing para un buque modelo de la aplicación práctica con cantidades entre 100 y 150 m <sup>3</sup> . <b>Fuente:</b> Elaboración propia.....	33

Elaboración de un procedimiento de flushing dentro del manual de gestión de la seguridad en las operaciones de carga de un buque asfaltero.



---

**Ilustración 13:** Esquema operación de flushing con cantidades entre 150 y 300 m<sup>3</sup>. Buque modelo de la aplicación práctica.

**Fuente:** Elaboración propia.....35

---

## Incidencia de tablas

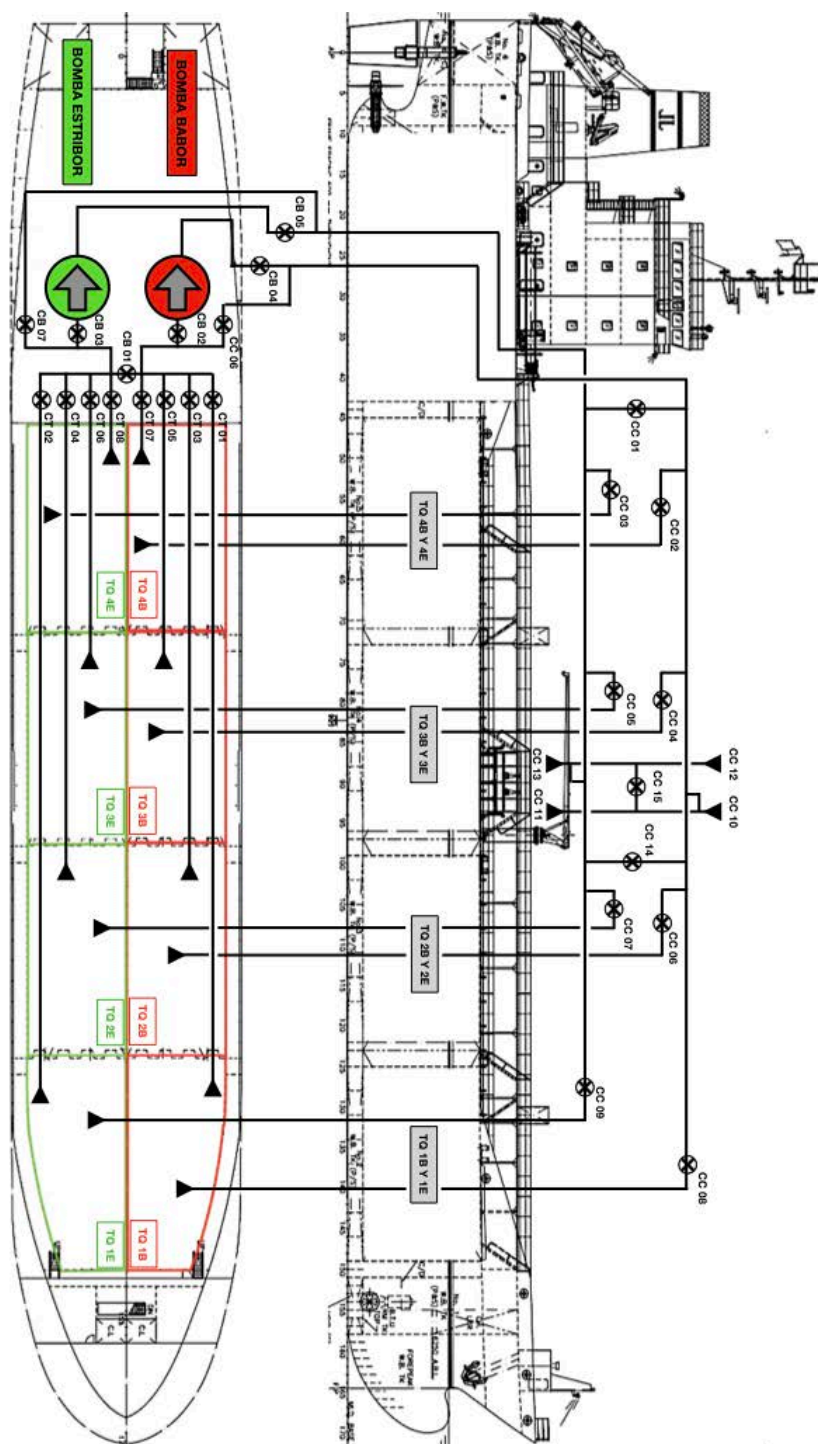
---

<b>Tabla 1:</b> Valores en centistokes de la viscosidad del asfalto en función de su aplicación. <b>Fuente:</b> <a href="http://www.e-asfalto.com">www.e-asfalto.com</a> .....	19
<b>Tabla 2:</b> Equivalencias de la viscosidad del asfalto con su temperatura. <b>Fuente:</b> <a href="http://www.e-asfalto.com">www.e-asfalto.com</a> .....	21
<b>Tabla 3:</b> Guía de pasos para procedimiento de flushing para cantidades menores a 150 m <sup>3</sup> . <b>Fuente:</b> Elaboración propia.....	27
<b>Tabla 4:</b> Guía de pasos para procedimiento de flushing para cantidades mayores a 150 m <sup>3</sup> . <b>Fuente:</b> Elaboración propia.....	29
<b>Tabla 5:</b> Guía de pasos para procedimiento de flushing para cantidades menores de 150 m <sup>3</sup> . Buque modelo de la aplicación práctica <b>Fuente:</b> Elaboración propia.....	32
<b>Tabla 6:</b> Guía de pasos para procedimiento de flushing para cantidades mayores de 150 m <sup>3</sup> . Buque modelo de la aplicación práctica <b>Fuente:</b> Elaboración propia.....	34

Elaboración de un procedimiento de flushing dentro del manual de gestión de la seguridad en las operaciones de carga de un buque asfaltero.

## ANEXOS

**ANEXO I:** Esquema sistema de carga buque asfaltero.



ESQUEMA SISTEMA DE CARGA BUQUE ASFALTERO

## **ANEXO II:** Sistema de gestión de la Seguridad - Manual de procedimientos operativos de la flota.

### Manual de Procedimientos Operativos de la Flota – BUQUES TANQUE

4.2.10.4 En los buques de la Compañía, se debe colocar en el Control de Carga un poster plastificado específico con la “Configuración de Alarmas de Presión en Tanques de Carga” y es obligación de todos los Oficiales de Cubierta el conocer dichos parámetros de configuración.

#### **4.2.11 Procedimiento para limpieza de asfalteros (flushing)**

4.2.11.1 Cuando un buque asfaltero necesite hacer limpieza para no contaminar una carga de asfalto debido a cargamentos anteriores de otros productos (por ejemplo: Fuel Oil), el Fletador por Tiempo del buque o en su defecto la Compañía instruirán a la Terminal y al buque para llevar a cabo dicha limpieza.

4.2.11.2 En caso de decidir llevar a cabo la limpieza del buque, el Capitán solicitará a la Terminal la cantidad y la calidad del asfalto para realizar la limpieza.

4.2.11.3 La calidad del asfalto solicitado debe ser del asfalto más duro disponible, normalmente el asfalto con grado de penetración menor es el 35/50.

4.2.11.4 Respecto a la cantidad, ésta se calculará multiplicando por 30 el R.O.B. del buque. Si no se pudiese determinar el R.O.B., la cantidad será entre el 6% y el 8% de la cantidad total que cargará el buque, dependiendo de la viscosidad del producto remanente a bordo.

4.2.11.5 El buque recibirá/cargará toda la cantidad de asfalto solicitada para la limpieza en un solo tanque, éste se recomienda que sea el que mayor R.O.B. contenga (normalmente los tanques de más a popa son los utilizados para drenar las líneas y suelen tener mayor R.O.B.).

4.2.11.6 Después se enviará, con las bombas de descarga, todo el asfalto de limpieza a otro tanque y así sucesivamente, por orden de penetración creciente de los productos que en dichos tanques deba recibir (flushing), con la excepción de que el último tanque que reciba el asfalto de limpieza, deberá ser el primero que reciba la carga (carga de muestra para análisis), ya que si el análisis de la limpieza tiene un resultado satisfactorio en este último tanque, más fácilmente lo tendrá en los anteriores.

4.2.11.7 Si la cantidad de asfalto de limpieza que debe recibir el buque en un solo tanque es demasiada para poder corregir la escora que produce con los tanques de lastre disponibles, se podría distribuir este asfalto de limpieza en una pareja de tanques e ir realizando el procedimiento con dos bombas de descarga y de forma pareja. De esta manera también estaríamos reduciendo el tiempo total de limpieza del buque.

4.2.11.8 Una vez que todo el asfalto de limpieza lo tengamos en el último tanque o pareja de tanques, se procederá a descargar este asfalto a la Terminal.

4.2.11.9 Finalizada esta descarga, el Primer Oficial comprobará junto con el surveyor independiente el R.O.B. para que este último acepte los tanques para la carga y se pueda emitir el correspondiente certificado de tanques vacíos (todo esto supeditado a que los análisis estén correctos).

4.2.11.10 En estos momentos el buque estaría listo para recibir la carga nominada en las correspondientes órdenes del viaje. Si el análisis de la muestra da un resultado fuera de especificaciones, se volvería a realizar una nueva limpieza, siguiendo los pasos descritos anteriormente.

4.2.11.11 En el caso concreto de tener que cargar cualquier tipo de Fuel Oil después de que el buque haya transportado un cargamento previo de asfalto, se deberán calentar los residuos asfálticos a una temperatura superior a la de solidificación para desobstruir las líneas antes de comenzar las operaciones de carga del Fuel Oil. El Capitán deberá informar a la Terminal dicha necesidad.

**ANEXO III:** Condiciones paso a paso del procedimiento de flushing para cantidades entre 100 y 150 m<sup>3</sup>. Buque modelo.

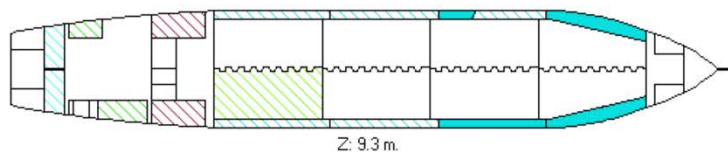
## Nereida Loading Computer



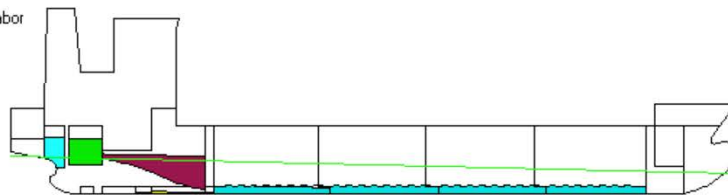
### PASO 1: CARGAR 150 M3 EN TQ 4B

Densidad: 1.026 t/m<sup>3</sup>

Desplazamiento: 4726.67 t



Perfil Babor



# Elaboración de un procedimiento de flushing dentro del manual de gestión de la seguridad en las operaciones de carga de un buque asfaltero.

## • TANQUES (CON MOVIMIENTO SUPERFICIES LIBRES)

### Water Ballast

Desc.	Cap. (m³)	Den. (tn/m³)	Vol. (m³)	Peso (t)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Lleno (%)	Sonda (m)	Msl (t·m)
10C - Fore Peak	121.4	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
100S	74.9	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
100P	74.9	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
100C	50.2	1.026	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0
60P	333.3	1.026	113.71	116.66	35.43	-3.17	0.59	34.12	1.08	484.69
60S	333.3	1.026	113.71	116.66	35.62	3.74	0.59	34.12	1.08	292.53
50P	331.5	1.030	131.13	135.07	51.12	-3.83	0.59	39.56	1.09	683.97
50S	331.5	1.026	182.33	187.07	51.39	4.51	0.79	55	1.72	19.80
40P	311.3	1.026	305.10	313.03	66.90	-5.81	2.97	98.00	9.24	2.22
40S	311.3	1.026	305.10	313.03	66.90	5.81	2.98	98.00	9.24	2.18
30P	276.8	1.026	271.24	278.30	81.84	-4.64	4.33	98	9.50	30.97
30S	276.8	1.026	271.05	278.10	81.79	4.65	4.33	98	9.49	31.06
20_P	27.0	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
20_S	27.0	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0

TOTAL Water Ballast 1737.92 64.57 0.23 2.67 1547.43

### Cargo Tanks

Desc.	Cap. (m³)	Den. (tn/m³)	Vol. (m³)	Peso (t)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Lleno (%)	Sonda (m)	Msl (t·m)
CARGO TK N4 (P)	894.2	0.951	150	142.68	34.98	-2.75	2.25	16.78	1.87	399.70
CARGO TK N4 (S)	894.9	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N3 (P)	946.1	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N3 (S)	946.7	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N2 (P)	934.7	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N2 (S)	936.7	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N1 (P)	634.8	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N1 (S)	634.8	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0

TOTAL Cargo Tanks 142.68 34.98 -2.75 2.25 399.70

## • CALADOS

Descripción	Popa m	Proa m	medio m	Límite m	OK/ERROR -	Trimado m	Trimado °	Escora °
Calados en las marcas	5.50	3.14	-	-	-	-2.36	-1.37	0.05
Calados de trazado	5.47	3.11	4.29	7.8	OK	-2.36	-1.37	0.05
Calados (Ref. cbq)	5.50	3.14	4.32	-	-	-2.36	-1.37	0.05

## • RESISTENCIA LONGITUDINAL (EN PUERTO)

Cuad. #	Distancia de p.p. (m)	Esfuerzo Cortante (kN)	Admisible EC Puerto (kN)	máximo permitido Puerto %	Momento Flector (kNm)	Admisible MF Puerto (kNm)	máximo permitido Puerto %
-4	-2.400	0	-	0	0	-	0
45	27	4887.5	10725	45.57	99178.0	221525	44.77
57	34.200	3173.3	10725	29.59	128434.1	237000	54.19
70	42	943.5	10725	8.80	144654	237000	61.04
85	51	-1815.7	-10725	-16.93	140328.4	237000	59.21
96	57.600	-3680.8	-10725	-34.32	122120.6	237000	51.53
110	66	-4417.0	-10725	-41.18	86814.5	237000	36.63
122	73.200	-4443.8	-10725	-41.43	54540.1	207325	26.31
137	82.200	-2878.9	-10725	-26.84	20470.2	149300	13.71



**Elaboración de un procedimiento de flushing dentro del manual de gestión de la seguridad en las operaciones de carga de un buque asfaltero.**

149	89.400	-1013.8	-10725	-9.45	✓	6162.9	102850	5.99	✓
170	102	0.0	350	0.01	✓	0.0	47400	0.00	✓

Descripción	Valor	Porcent. % Nav	Porcent. % Puerto	Cuad. #	Pos. m
Esfuerzo cortante máximo	5275.4 kN	80.19 ✓	59.82 ✓	36	21.60
Esfuerzo cortante mínimo	-4508.9 kN	-56.4 ✓	-42.0 ✓	117	70.20
Momento flector máximo	145959.4 kNm	97.7 ✓	61.6 ✓	75	45
Momento flector mínimo	0.0 kNm	0.0 ✓	0.0 ✓	-4	-2.40

**• CRITERIOS DE ESTABILIDAD IMO 749**

Criterio	Unidad	Reales	Límite
GZ Residual hasta 30°	rad·m	0.26 ✓	0.055
GZ Residual 30°-40°	rad·m	0.22 ✓	0.03
GZ Residual hasta 40°	rad·m	0.48 ✓	0.09
GM Inicial	m	1.68 ✓	0.15
GZ max	m	1.46 ✓	0.2
GZ max (ángulo)	°	48.28 ✓	25
Criterio IMO Viento (Ángulo Escora)	°	2.66 ✓	16
Criterio IMO Viento (Relación Áreas)		97.65 ✓	1



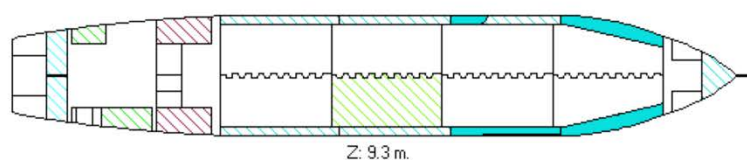
## Nereida Loading Computer



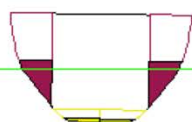
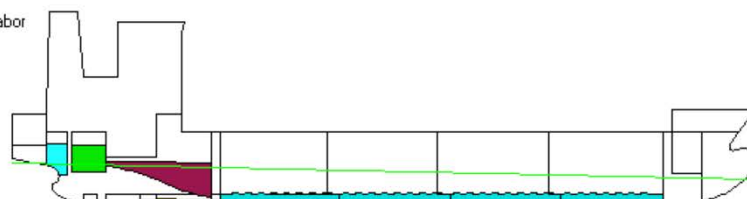
### PASO 3: TRASEGAR CARGA DEL TQ 4B AL TQ 3B

Densidad: 1.026 t/m<sup>3</sup>

Desplazamiento: 4726.67 t



Perfil Babor



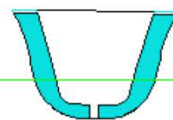
Cuaderna #37



Cuaderna #87



Cuaderna #111



Cuaderna #140

# Elaboración de un procedimiento de flushing dentro del manual de gestión de la seguridad en las operaciones de carga de un buque asfaltero.

## • TANQUES (CON MOVIMIENTO SUPERFICIES LIBRES)

### Water Ballast

Desc.	Cap. (m³)	Den. (tn/m³)	Vol. (m³)	Peso (t)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Lleno (%)	Sonda (m)	Msl (t·m)
10C - Fore Peak	121.4	1.026	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0
100S	74.9	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
100P	74.9	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
100C	50.2	1.026	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0
60P	333.3	1.026	113.71	116.66	35.48	-3.15	0.59	34.12	1.08	464.20
60S	333.3	1.026	113.71	116.66	35.72	3.80	0.59	34.12	1.08	399.70
50P	331.5	1.030	131.13	135.07	51.18	-3.79	0.59	39.56	1.09	655.14
50S	331.5	1.026	198.90	204.08	51.49	4.74	0.89	60	2.40	2.90
40P	311.3	1.026	305.10	313.03	66.91	-5.81	2.97	98.00	9.24	2.22
40S	311.3	1.026	305.10	313.03	66.91	5.81	2.97	98.00	9.24	2.22
30P	276.8	1.026	271.24	278.30	81.85	-4.63	4.33	98	9.50	30.38
30S	276.6	1.026	271.05	278.10	81.79	4.65	4.33	98	9.49	31.00
20_P	27.0	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
20_S	27.0	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL Water Ballast</b>				<b>1754.93</b>	<b>64.47</b>	<b>0.31</b>	<b>2.66</b>			<b>1587.75</b>

### Cargo Tanks

Desc.	Cap. (m³)	Den. (tn/m³)	Vol. (m³)	Peso (t)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Lleno (%)	Sonda (m)	Msl (t·m)
CARGO TK N4 (P)	894.2	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N4 (S)	894.9	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N3 (P)	946.1	0.951	150	142.68	49.82	-2.99	2.13	15.85	1.66	487.83
CARGO TK N3 (S)	946.7	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N2 (P)	934.7	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N2 (S)	936.7	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N1 (P)	634.8	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N1 (S)	634.8	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL Cargo Tanks</b>				<b>142.68</b>	<b>49.82</b>	<b>-2.99</b>	<b>2.13</b>			<b>487.83</b>

## • CALADOS

Descripción	Popa m	Proa m	medio m	Límite m	OK/ERROR -	Trimado m	Trimado °	Escora °
Calados en las marcas	5.35	3.30	-	-	-	-2.05	-1.19	0.66
Calados de trazado	5.33	3.28 ✓	4.30 ✓	7.8	OK	-2.05	-1.19	0.66
Calados (Ref. cbq)	5.35	3.30	4.33	-	-	-2.05	-1.19	0.66

## • RESISTENCIA LONGITUDINAL (EN PUERTO)

Cuad. #	Distancia de p.p. (m)	Esfuerzo Cortante (kN)	Admisible EC Puerto (kN)	máximo permitido Puerto %	Momento Flector (kNm)	Admisible MF Puerto (kNm)	máximo permitido Puerto %
-4	-2.400	0	-	0 ✓	0	-	0 ✓
45	27	5133.1	10725	47.86 ✓	102381.1	221525	46.22 ✓
57	34.200	2820.2	10725	26.30 ✓	131272.3	237000	55.39 ✓
70	42	-102.4	-10725	-0.96 ✓	142065.8	237000	59.94 ✓
85	51	-2060.5	-10725	-19.21 ✓	131736.5	237000	55.59 ✓
96	57.600	-3335.7	-10725	-31.10 ✓	113878.1	237000	48.05 ✓

**Elaboración de un procedimiento de flushing dentro del manual de gestión de la seguridad en las operaciones de carga de un buque asfaltero.**

110	66	-4071.7	-10725	-37.96	✓	81773.6	237000	34.50	✓
122	73.200	-4183.3	-10725	-39.01	✓	51687.2	207325	24.93	✓
137	82.200	-2737.4	-10725	-25.52	✓	19428.3	149300	13.01	✓
149	89.400	-948.8	-10725	-8.85	✓	5844.2	102850	5.68	✓
170	102	1.2	350	0.34	✓	-33.7	-38950	-0.09	✓

Descripción	Valor	Porcent. % Nav	Porcent. % Puerto	Cuad. #	Pos. m
Esfuerzo cortante máximo	5475.3 kN	83.23 ✓	62.08 ✓	36	21.60
Esfuerzo cortante mínimo	-4217.3 kN	-52.7 ✓	-39.3 ✓	119	71.40
Momento flector máximo	142065.8 kNm	98.0 ✓	59.9 ✓	70	42
Momento flector mínimo	-34.0 kNm	-0.5 ✓	-0.1 ✓	169	101.40

**• CRITERIOS ESTABILIDAD IMO 749**

Criterio	Unidad	Reales	Límite
GZ Residual hasta 30°	rad·m	0.25 ✓	0.055
GZ Residual 30°-40°	rad·m	0.22 ✓	0.03
GZ Residual hasta 40°	rad·m	0.47 ✓	0.09
GM Inicial	m	1.64 ✓	0.15
GZ max	m	1.44 ✓	0.2
GZ max (ángulo)	°	47.97 ✓	25
Criterio IMO Viento (Ángulo Escora)	°	3.29 ✓	16
Criterio IMO Viento (Relación Áreas)		59.70 ✓	1

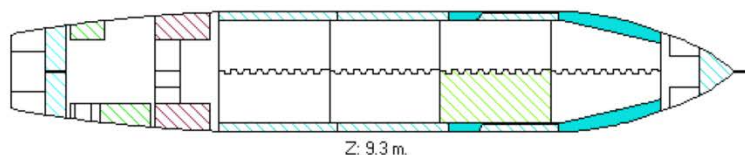
## Nereida Loading Computer



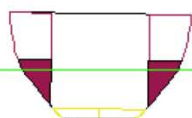
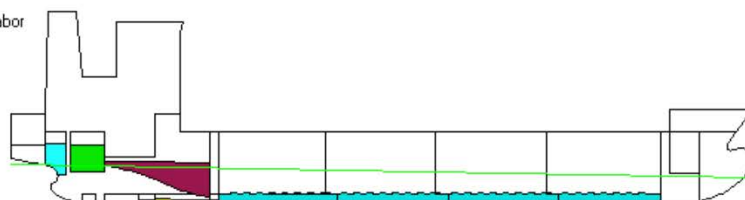
### PASO 5: TRASEGAR CARGA DEL TQ 3B AL TQ 2B

Densidad: 1.026 t/m<sup>3</sup>

Desplazamiento: 4743.68 t



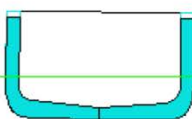
Perfil Babor



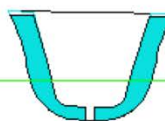
Cuaderna #37



Cuaderna #87



Cuaderna #111



Cuaderna #140

# Elaboración de un procedimiento de flushing dentro del manual de gestión de la seguridad en las operaciones de carga de un buque asfaltero.

## • TANQUES (CON MOVIMIENTO SUPERFICIES LIBRES)

### Water Ballast

Desc.	Cap. (m³)	Den. (tn/m³)	Vol. (m³)	Peso (t)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Lleno (%)	Sonda (m)	Msl (t·m)
10C - Fore Peak	121.4	1.026	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0
100S	74.9	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
100P	74.9	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
100C	50.2	1.026	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0
60P	333.3	1.026	113.71	116.66	35.54	-3.14	0.59	34.12	1.08	471.55
60S	333.3	1.026	113.71	116.66	35.81	3.82	0.59	34.12	1.08	476.65
50P	331.5	1.030	131.13	135.07	51.23	-3.78	0.59	39.56	1.09	663.19
50S	331.5	1.026	198.90	204.08	51.49	4.74	0.89	60	2.40	2.90
40P	311.3	1.026	305.10	313.03	66.91	-5.81	2.98	98.00	9.24	2.27
40S	311.3	1.026	305.10	313.03	66.91	5.81	2.97	98.00	9.24	2.22
30P	276.8	1.026	271.24	278.30	81.85	-4.63	4.33	98	9.50	30.17
30S	276.6	1.026	271.05	278.10	81.80	4.65	4.33	98	9.49	31.12
20_P	27.0	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
20_S	27.0	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0

TOTAL Water Ballast 1754.93 64.49 0.31 2.66 1680.07

### Cargo Tanks

Desc.	Cap. (m³)	Den. (tn/m³)	Vol. (m³)	Peso (t)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Lleno (%)	Sonda (m)	Msl (t·m)
CARGO TK N4 (P)	894.2	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N4 (S)	894.9	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N3 (P)	946.1	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N3 (S)	946.7	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N2 (P)	934.7	0.951	150	142.68	65.34	-2.93	2.15	16.05	1.69	447.65
CARGO TK N2 (S)	936.7	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N1 (P)	634.8	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N1 (S)	634.8	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0

TOTAL Cargo Tanks 142.68 65.34 -2.93 2.15 447.65

## • CALADOS

Descripción	Popa m	Proa m	medio m	Límite m	OK/ERROR -	Trimado m	Trimado °	Escora °
Calados en las marcas	5.19	3.46	-	-	-	-1.74	-1.01	0.74
Calados de trazado	5.17	3.43	4.30	7.8	OK	-1.74	-1.01	0.74
Calados (Ref. cbq)	5.19	3.46	4.33	-	-	-1.74	-1.01	0.74

## • RESISTENCIA LONGITUDINAL (EN PUERTO)

Cuad. #	Distancia de p.p. (m)	Esfuerzo Cortante (kN)	Admisible EC Puerto (kN)	máximo permitido Puerto %	Momento Flector (kNm)	Admisible MF Puerto (kNm)	máximo permitido Puerto %
-4	-2.400	0	-	0	0	-	0
45	27	5431.6	10725	50.64	107103.3	221525	48.35
57	34.200	3145.6	10725	29.33	138239.1	237000	58.33
70	42	254.5	10725	2.37	151692.6	237000	64.01
85	51	-2523.0	-10725	-23.52	140863.7	237000	59.44
96	57.600	-4356.4	-10725	-40.62	118087.8	237000	49.83

**Elaboración de un procedimiento de flushing dentro del manual de gestión de la seguridad en las operaciones de carga de un buque asfaltero.**

110	66	-4420.5	-10725	-41.22	✓	80147.9	237000	33.82	✓
122	73.200	-4015.9	-10725	-37.44	✓	49458.9	207325	23.86	✓
137	82.200	-2621.2	-10725	-24.44	✓	18670.3	149300	12.51	✓
149	89.400	-897.7	-10725	-8.37	✓	5675.8	102850	5.52	✓
170	102	0.0	350	0.00	✓	0.0	47400	0.00	✓

Descripción	Valor	Porcent. % Nav	Porcent. % Puerto	Cuad. #	Pos. m
Esfuerzo cortante máximo	5728.6 kN	87.08 ✓	64.95 ✓	36	21.60
Esfuerzo cortante mínimo	-4662.5 kN	-58.3 ✓	-43.5 ✓	99	59.40
Momento flector máximo	151776.6 kNm	94.7 ✓	64.0 ✓	71	42.60
Momento flector mínimo	0.0 kNm	0.0 ✓	0.0 ✓	-4	-2.40

**• CRITERIOS DE ESTABILIDAD IMO 749**

Criterio	Unidad	Reales	Límite
GZ Residual hasta 30°	rad·m	0.25 ✓	0.055
GZ Residual 30°-40°	rad·m	0.22 ✓	0.03
GZ Residual hasta 40°	rad·m	0.46 ✓	0.09
GM Inicial	m	1.59 ✓	0.15
GZ max	m	1.43 ✓	0.2
GZ max (ángulo)	°	47.66 ✓	25
Criterio IMO Viento (Ángulo Escora)	°	3.41 ✓	16
Criterio IMO Viento (Relación Áreas)		66.03 ✓	1

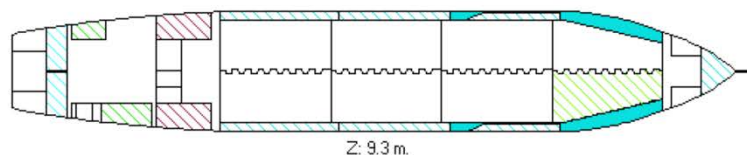
## Nereida Loading Computer



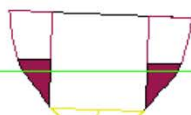
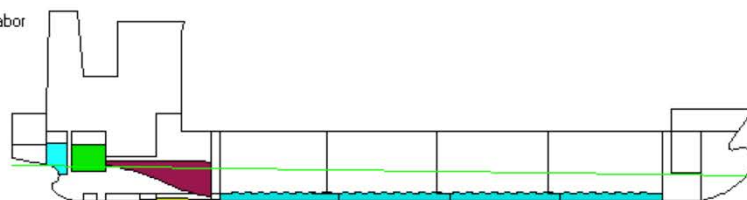
### PASO 7: TRASEGAR CARGA DEL TQ 2B AL TQ 1B

Densidad: 1.026 t/m<sup>3</sup>

Desplazamiento: 4743.68 t



Perfil Babor



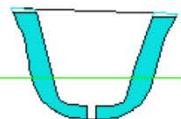
Cuaderna #37



Cuaderna #87



Cuaderna #111



Cuaderna #140



# Elaboración de un procedimiento de flushing dentro del manual de gestión de la seguridad en las operaciones de carga de un buque asfaltero.

## • TANQUES (CON MOVIMIENTO SUPERFICIES LIBRES)

### Water Ballast

Desc.	Cap. (m³)	Den. (tn/m³)	Vol. (m³)	Peso (t)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Lleno (%)	Sonda (m)	Msl (t·m)
10C - Fore Peak	121.4	1.026	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0
100S	74.9	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
100P	74.9	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
100C	50.2	1.026	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0
60P	333.3	1.026	113.71	116.66	35.58	-3.11	0.59	34.12	1.08	419.20
60S	333.3	1.026	113.71	116.66	35.93	3.93	0.60	34.12	1.08	571.99
50P	331.5	1.030	131.13	135.07	51.29	-3.74	0.59	39.56	1.09	585.03
50S	331.5	1.026	198.90	204.08	51.50	4.74	0.89	60	2.40	2.90
40P	311.3	1.026	305.10	313.03	66.92	-5.81	2.98	98.00	9.24	2.21
40S	311.3	1.026	305.10	313.03	66.92	5.81	2.98	98.00	9.24	2.22
30P	276.8	1.026	271.24	278.30	81.87	-4.63	4.33	98	9.50	29.70
30S	276.6	1.026	271.05	278.10	81.79	4.65	4.33	98	9.49	31.22
20_P	27.0	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
20_S	27.0	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0

TOTAL Water Ballast 1754.93 64.51 0.32 2.66 1644.47

### Cargo Tanks

Desc.	Cap. (m³)	Den. (tn/m³)	Vol. (m³)	Peso (t)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Lleno (%)	Sonda (m)	Msl (t·m)
CARGO TK N4 (P)	894.2	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N4 (S)	894.9	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N3 (P)	946.1	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N3 (S)	946.7	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N2 (P)	934.7	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N2 (S)	936.7	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N1 (P)	634.8	0.951	150	142.68	80.20	-1.94	2.59	23.63	2.62	144.59
CARGO TK N1 (S)	634.8	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0

TOTAL Cargo Tanks 142.68 80.20 -1.94 2.59 144.59

## • CALADOS

Descripción	Popa m	Proa m	medio m	Límite m	OK/ERROR -	Trimado m	Trimado °	Escora °
Calados en las marcas	5.03	3.61	-	-	-	-1.42	-0.83	1.92
Calados de trazado	5.01	3.58 ✓	4.30 ✓	7.8	OK	-1.42	-0.83	1.92
Calados (Ref. cbq)	5.03	3.61	4.32	-	-	-1.42	-0.83	1.92

## • RESISTENCIA LONGITUDINAL (EN PUERTO)

Cuad. #	Distancia de p.p. (m)	Esfuerzo Cortante (kN)	Admisible EC Puerto (kN)	máximo permitido Puerto %	Momento Flector (kNm)	Admisible MF Puerto (kNm)	máximo permitido Puerto %
-4	-2.400	0	-	0 ✓	0	-	0 ✓
45	27	5675.3	10725	52.92 ✓	109540.1	221525	49.45 ✓
57	34.200	3442.8	10725	32.10 ✓	142619.6	237000	60.18 ✓
70	42	614.8	10725	5.73 ✓	158638.9	237000	66.94 ✓
85	51	-2143.5	-10725	-19.99 ✓	151195.8	237000	63.80 ✓

**Elaboración de un procedimiento de flushing dentro del manual de gestión de la seguridad en las operaciones de carga de un buque asfaltero.**

96	57.600	-3984.1	-10725	-37.15	✓	130906.7	237000	55.23	✓
110	66	-4868.5	-10725	-45.39	✓	92619.0	237000	39.08	✓
122	73.200	-5115.0	-10725	-47.69	✓	56329.8	207325	27.17	✓
137	82.200	-2955.0	-10725	-27.55	✓	19176.6	149300	12.84	✓
149	89.400	-827.6	-10725	-7.72	✓	5355.7	102850	5.21	✓
170	102	0.0	350	0.01	✓	0.0	-38950	0.00	✓

Descripción	Valor	Porcent. % Nav	Porcent. % Puerto	Cuad. #	Pos. m
Esfuerzo cortante máximo	5900.0 kN	89.69 ✓	66.90 ✓	36	21.60
Esfuerzo cortante mínimo	-5125.2 kN	-64.1 ✓	-47.8 ✓	121	72.60
Momento flector máximo	159142.2 kNm	89.8 ✓	67.1 ✓	73	43.80
Momento flector mínimo	0.0 kNm	0.0 ✓	0.0 ✓	170	102

**• CRITERIOS DE ESTABILIDAD IMO 749**

Criterio	Unidad	Reales	Límite
GZ Residual hasta 30°	rad·m	0.24 ✓	0.055
GZ Residual 30°-40°	rad·m	0.21 ✓	0.03
GZ Residual hasta 40°	rad·m	0.45 ✓	0.09
GM Inicial	m	1.63 ✓	0.15
GZ max	m	1.41 ✓	0.2
GZ max (ángulo)	°	47.66 ✓	25
Criterio IMO Viento (Ángulo Escora)	°	4.56 ✓	16
Criterio IMO Viento (Relación Áreas)		25.77 ✓	1

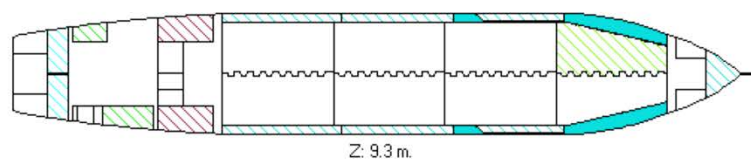
## Nereida Loading Computer



### PASO 9: TRASEGAR CARGA DEL TQ 1B AL TQ 1E

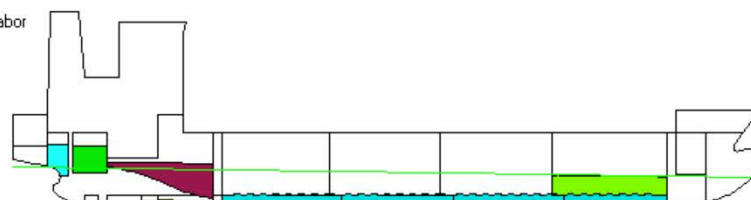
Densidad: 1.026 t/m<sup>3</sup>

Desplazamiento: 4757.33 t



Z: 9.3 m.

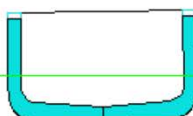
Perfil Babor



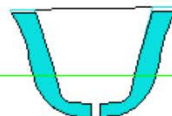
Cuaderna #37



Cuaderna #87



Cuaderna #111



Cuaderna #140

# Elaboración de un procedimiento de flushing dentro del manual de gestión de la seguridad en las operaciones de carga de un buque asfaltero.

## • TANQUES (CON MOVIMIENTO SUPERFICIES LIBRES)

### Water Ballast

Desc.	Cap. (m³)	Den. (tn/m³)	Vol. (m³)	Peso (t)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Lleno (%)	Sonda (m)	Msl (t·m)
10C - Fore Peak	121.4	1.026	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0
100S	74.9	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
100P	74.9	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
100C	50.2	1.026	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0
60P	333.3	1.026	111.38	114.28	35.89	-3.83	0.58	33.42	1.06	558.03
60S	333.3	1.026	113.71	116.66	35.59	3.14	0.59	34.12	1.08	126.52
50P	331.5	1.030	215.48	221.94	51.51	-4.98	1.04	65	3.29	2.06
50S	331.5	1.026	129.85	133.23	51.27	3.77	0.58	39.17	1.08	67.27
40P	311.3	1.026	305.10	313.03	66.92	-5.81	2.97	98.00	9.24	2.25
40S	311.3	1.026	305.10	313.03	66.92	5.81	2.97	98.00	9.24	2.18
30P	276.8	1.026	271.24	278.30	81.80	-4.65	4.33	98	9.50	30.81
30S	276.6	1.026	271.05	278.10	81.86	4.63	4.33	98	9.49	30.06
20_P	27.0	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
20_S	27.0	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0

TOTAL Water Ballast 1768.58 64.43 -0.39 2.67 819.18

### Cargo Tanks

Desc.	Cap. (m³)	Den. (tn/m³)	Vol. (m³)	Peso (t)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Lleno (%)	Sonda (m)	Msl (t·m)
CARGO TK N4 (P)	894.2	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N4 (S)	894.9	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N3 (P)	946.1	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N3 (S)	946.7	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N2 (P)	934.7	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N2 (S)	936.7	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N1 (P)	634.8	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N1 (S)	634.8	0.951	150	142.68	80.09	1.96	2.59	23.63	2.62	150.70

TOTAL Cargo Tanks 142.68 80.09 1.96 2.59 150.70

## • CALADOS

Descripción	Popa m	Proa m	medio m	Límite m	OK/ERROR -	Trimado m	Trimado °	Escora °
Calados en las marcas	5.04	3.62	-	-	-	-1.42	-0.82	-0.83
Calados de trazado	5.02	3.60	4.31	7.8	OK	-1.42	-0.82	-0.83
Calados (Ref. cbq)	5.04	3.62	4.33	-	-	-1.42	-0.82	-0.83

## • RESISTENCIA LONGITUDINAL (EN PUERTO)

Cuad. #	Distancia de p.p. (m)	Esfuerzo Cortante (kN)	Admisible EC Puerto (kN)	máximo permitido Puerto %	Momento Flector (kNm)	Admisible MF Puerto (kNm)	máximo permitido Puerto %
-4	-2.400	0	-	0	0	-	0
45	27	5653.5	10725	52.71	109347.2	221525	49.36
57	34.200	3405.1	10725	31.75	142219.5	237000	60.01
70	42	549.9	10725	5.13	157844	237000	66.60
85	51	-2155.5	-10725	-20.10	149973.7	237000	63.28
96	57.600	-3942.5	-10725	-36.76	129783.2	237000	54.76

**Elaboración de un procedimiento de flushing dentro del manual de gestión de la seguridad en las operaciones de carga de un buque asfaltero.**

110	66	-4825.2	-10725	-44.99	✓	91910.5	237000	38.78	✓
122	73.200	-5085.2	-10725	-47.41	✓	55884.2	207325	26.95	✓
137	82.200	-2926.5	-10725	-27.29	✓	19016.4	149300	12.74	✓
149	89.400	-821.5	-10725	-7.66	✓	5331.0	102850	5.18	✓
170	102	0.0	350	0.01	✓	0.0	-38950	0.00	✓

Descripción	Valor	Porcent. % Nav	Porcent. % Puerto	Cuad. #	Pos. m
Esfuerzo cortante máximo	5886.4 kN	89.48 ✓	66.74 ✓	36	21.60
Esfuerzo cortante mínimo	-5094.3 kN	-63.7 ✓	-47.5 ✓	121	72.60
Momento flector máximo	158232.4 kNm	89.1 ✓	66.8 ✓	72	43.20
Momento flector mínimo	0.0 kNm	0.0 ✓	0.0 ✓	170	102

**• CRITERIOS ESTABILIDAD IMO 749**

Criterio	Unidad	Reales	Límite
GZ Residual hasta 30°	rad·m	0.25 ✓	0.055
GZ Residual 30°-40°	rad·m	0.22 ✓	0.03
GZ Residual hasta 40°	rad·m	0.47 ✓	0.09
GM Inicial	m	1.79 ✓	0.15
GZ max	m	1.44 ✓	0.2
GZ max (ángulo)	°	47.66 ✓	25
Criterio IMO Viento (Ángulo Escora)	°	3.47 ✓	16
Criterio IMO Viento (Relación Áreas)		51.17 ✓	1

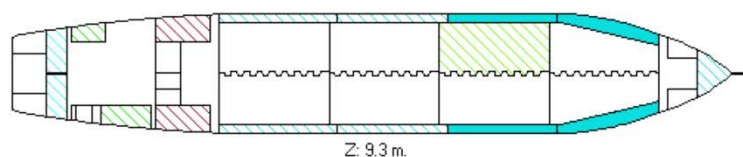
## Nereida Loading Computer



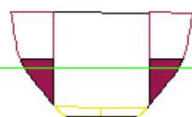
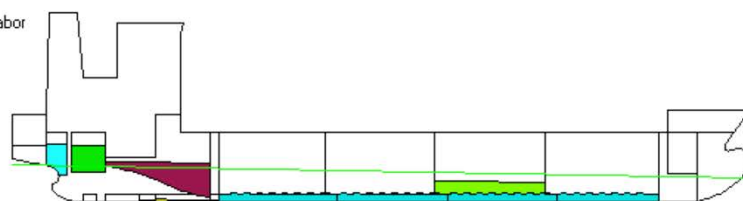
### PASO 11: TRASEGAR CARGA DEL TQ 1E AL TQ 2E

Densidad: 1.026 t/m<sup>3</sup>

Desplazamiento: 4757.33 t



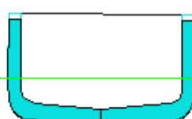
Perfil Babor



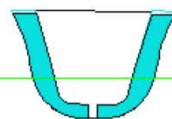
Cuaderna #37



Cuaderna #87



Cuaderna #111



Cuaderna #140

# Elaboración de un procedimiento de flushing dentro del manual de gestión de la seguridad en las operaciones de carga de un buque asfaltero.

## • TANQUES (CON MOVIMIENTO SUPERFICIES LIBRES)

### Water Ballast

Desc.	Cap. (m³)	Den. (tn/m³)	Vol. (m³)	Peso (t)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Lleno (%)	Sonda (m)	Msl (t·m)
10C - Fore Peak	121.4	1.026	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0
100S	74.9	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
100P	74.9	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
100C	50.2	1.026	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0
60P	333.3	1.026	111.38	114.28	35.52	-3.13	0.58	33.42	1.06	505.74
60S	333.3	1.026	113.71	116.66	35.80	3.80	0.59	34.12	1.08	393.79
50P	331.5	1.030	215.48	221.94	51.51	-4.98	1.04	65	3.29	2.05
50S	331.5	1.026	129.85	133.23	51.18	4.55	0.59	39.17	1.08	532.60
40P	311.3	1.026	305.10	313.03	66.91	-5.81	2.98	98.00	9.24	2.20
40S	311.3	1.026	305.10	313.03	66.91	5.81	2.97	98.00	9.24	2.21
30P	276.8	1.026	271.24	278.30	81.85	-4.63	4.33	98	9.50	30.42
30S	276.6	1.026	271.05	278.10	81.80	4.65	4.33	98	9.49	30.92
20_P	27.0	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
20_S	27.0	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0

TOTAL Water Ballast 1768.58 64.40 -0.23 2.67 1499.95

### Cargo Tanks

Desc.	Cap. (m³)	Den. (tn/m³)	Vol. (m³)	Peso (t)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Lleno (%)	Sonda (m)	Msl (t·m)
CARGO TK N4 (P)	894.2	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N4 (S)	894.9	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N3 (P)	946.1	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N3 (S)	946.7	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N2 (P)	934.7	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N2 (S)	936.7	0.951	150	142.68	65.24	3.43	2.15	16.01	1.69	456.19
CARGO TK N1 (P)	634.8	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N1 (S)	634.8	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0

TOTAL Cargo Tanks 142.68 65.24 3.43 2.15 456.19

## • CALADOS

Descripción	Popa m	Proa m	medio m	Límite m	OK/ERROR -	Trimado m	Trimado °	Escora °
Calados en las marcas	5.20	3.47	-	-	-	-1.73	-1.00	0.36
Calados de trazado	5.18	3.45	4.31	7.8	OK	-1.73	-1.00	0.36
Calados (Ref. cbq)	5.20	3.47	4.34	-	-	-1.73	-1.00	0.36

## • RESISTENCIA LONGITUDINAL (EN PUERTO)

Cuad. #	Distancia de p.p. (m)	Esfuerzo Cortante (kN)	Admisible EC Puerto (kN)	máximo permitido Puerto %	Momento Flector (kNm)	Admisible MF Puerto (kNm)	máximo permitido Puerto %
-4	-2.400	0	-	0	0	-	0
45	27	5410.7	10725	50.45	106889.5	221525	48.25
57	34.200	3106.5	10725	28.97	137812	237000	58.15
70	42	189.0	10725	1.76	150861.3	237000	63.65
85	51	-2531.3	-10725	-23.60	139621.6	237000	58.91
96	57.600	-4313.0	-10725	-40.21	116964.9	237000	49.35



**Elaboración de un procedimiento de flushing dentro del manual de gestión de la seguridad en las operaciones de carga de un buque asfaltero.**

110	66	-4363.4	-10725	-40.68	✓	79521.5	237000	33.55	✓
122	73.200	-3984.2	-10725	-37.15	✓	49164.3	207325	23.71	✓
137	82.200	-2606.4	-10725	-24.30	✓	18574.4	149300	12.44	✓
149	89.400	-891.7	-10725	-8.31	✓	5652.5	102850	5.50	✓
170	102	0.0	-350	0.00	✓	0.0	47400	0.00	✓

Descripción	Valor	Porcent. % Nav	Porcent. % Puerto	Cuad. #	Pos. m
Esfuerzo cortante máximo	5715.2 kN	86.88 ✓	64.80 ✓	36	21.60
Esfuerzo cortante mínimo	-4600.9 kN	-57.5 ✓	-42.9 ✓	99	59.40
Momento flector máximo	150905.4 kNm	84.1 ✓	63.7 ✓	71	42.60
Momento flector mínimo	-25.8 kNm	-0.4 ✓	-0.1 ✓	-4	-2.40

**• CRITERIOS DE ESTABILIDAD IMO 749**

Criterio	Unidad	Reales	Límite
GZ Residual hasta 30°	rad·m	0.25 ✓	0.055
GZ Residual 30°-40°	rad·m	0.22 ✓	0.03
GZ Residual hasta 40°	rad·m	0.46 ✓	0.09
GM Inicial	m	1.63 ✓	0.15
GZ max	m	1.45 ✓	0.2
GZ max (ángulo)	°	47.66 ✓	25
Criterio IMO Viento (Ángulo Escora)	°	3.12 ✓	16
Criterio IMO Viento (Relación Áreas)		59.86 ✓	1

## Nereida Loading Computer

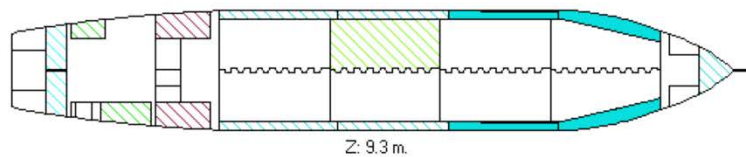


### PASO 13: TRASEGAR CARGA DEL TQ 2E AL TQ 3E

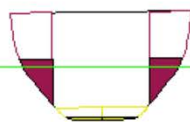
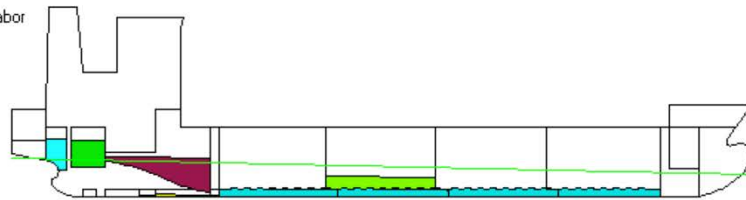
Fecha/Hora: 17/03/2019 9:54:17

Densidad: 1.026 t/m<sup>3</sup>

Desplazamiento: 4774.40 t



Perfil Babor



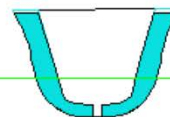
Cuaderna #37



Cuaderna #87



Cuaderna #111



Cuaderna #140

# Elaboración de un procedimiento de flushing dentro del manual de gestión de la seguridad en las operaciones de carga de un buque asfaltero.

## • TANQUES (CON MOVIMIENTO SUPERFICIES LIBRES)

### Water Ballast

Desc.	Cap. (m³)	Den. (tn/m³)	Vol. (m³)	Peso (t)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Lleno (%)	Sonda (m)	Msl (t·m)
10C - Fore Peak	121.4	1.026	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0
100S	74.9	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
100P	74.9	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
100C	50.2	1.026	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0
60P	333.3	1.026	111.38	114.28	35.71	-3.79	0.58	33.42	1.06	534.54
60S	333.3	1.026	113.71	116.66	35.48	3.15	0.59	34.12	1.08	208.63
50P	331.5	1.030	232.06	239.02	51.51	-5.19	1.23	70	4.21	2.07
50S	331.5	1.026	129.85	133.23	51.17	3.79	0.58	39.17	1.08	178.44
40P	311.3	1.026	305.10	313.03	66.91	-5.81	2.97	98.00	9.24	2.22
40S	311.3	1.026	305.10	313.03	66.91	5.81	2.98	98.00	9.24	2.20
30P	276.8	1.026	271.24	278.30	81.79	-4.65	4.34	98	9.50	30.82
30S	276.6	1.026	271.05	278.10	81.85	4.63	4.33	98	9.49	30.45
20_P	27.0	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
20_S	27.0	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL Water Ballast</b>				<b>1785.65</b>	<b>64.27</b>	<b>-0.45</b>	<b>2.68</b>			<b>989.38</b>

### Cargo Tanks

Desc.	Cap. (m³)	Den. (tn/m³)	Vol. (m³)	Peso (t)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Lleno (%)	Sonda (m)	Msl (t·m)
CARGO TK N4 (P)	894.2	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N4 (S)	894.9	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N3 (P)	946.1	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N3 (S)	946.7	0.951	150	142.68	49.77	2.99	2.13	15.84	1.66	493.04
CARGO TK N2 (P)	934.7	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N2 (S)	936.7	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N1 (P)	634.8	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N1 (S)	634.8	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL Cargo Tanks</b>				<b>142.68</b>	<b>49.77</b>	<b>2.99</b>	<b>2.13</b>			<b>493.04</b>

## • CALADOS

Descripción	Popa m	Proa m	medio m	Límite m	OK/ERROR -	Trimado m	Trimado °	Escora °
Calados en las marcas	5.37	3.33	-	-	-	-2.04	-1.18	-0.55
Calados de trazado	5.35	3.30	4.33	7.8	OK	-2.04	-1.18	-0.55
Calados (Ref. cbq)	5.37	3.33	4.35	-	-	-2.04	-1.18	-0.55

## • RESISTENCIA LONGITUDINAL (EN PUERTO)

Cuad. #	Distancia de p.p. (m)	Esfuerzo Cortante (kN)	Admisible EC Puerto (kN)	máximo permitido Puerto %	Momento Flector (kNm)	Admisible MF Puerto (kNm)	máximo permitido Puerto %
-4	-2.400	0	-	0 ✓	0	-	0 ✓
45	27	5079.8	10725	47.36 ✓	101727	221525	45.92 ✓
57	34.200	2736.4	10725	25.51 ✓	130127.6	237000	54.91 ✓
70	42	-223.6	-10725	-2.09 ✓	140125.4	237000	59.12 ✓
85	51	-2062.9	-10725	-19.23 ✓	129106.1	237000	54.48 ✓
96	57.600	-3232.4	-10725	-30.14 ✓	111585.9	237000	47.08 ✓

**Elaboración de un procedimiento de flushing dentro del manual de gestión de la seguridad en las operaciones de carga de un buque asfaltero.**

110	66	-3967.5	-10725	-36.99	✓	80474.8	237000	33.96	✓
122	73.200	-4111.4	-10725	-38.33	✓	51022.5	207325	24.61	✓
137	82.200	-2701.7	-10725	-25.19	✓	19242.9	149300	12.89	✓
149	89.400	-935.1	-10725	-8.72	✓	5831.8	102850	5.67	✓
170	102	0	-	0	✓	0.0	-38950	0.00	✓

Descripción	Valor	Porcent. % Nav	Porcent. % Puerto	Cuad. #	Pos. m
Esfuerzo cortante máximo	5435.3 kN	82.62 ✓	61.63 ✓	36	21.60
Esfuerzo cortante mínimo	-4137.3 kN	-51.7 ✓	-38.6 ✓	119	71.40
Momento flector máximo	140189.2 kNm	96.7 ✓	59.2 ✓	69	41.40
Momento flector mínimo	0.0 kNm	0.0 ✓	0.0 ✓	170	102

**• CRITERIOS DE ESTABILIDAD IMO 749**

Criterio	Unidad	Reales	Límite
GZ Residual hasta 30°	rad·m	0.26 ✓	0.055
GZ Residual 30°-40°	rad·m	0.22 ✓	0.03
GZ Residual hasta 40°	rad·m	0.48 ✓	0.09
GM Inicial	m	1.76 ✓	0.15
GZ max	m	1.47 ✓	0.2
GZ max (ángulo)	°	46.88 ✓	25
Criterio IMO Viento (Ángulo Escora)	°	3.15 ✓	16
Criterio IMO Viento (Relación Áreas)		61.52 ✓	1

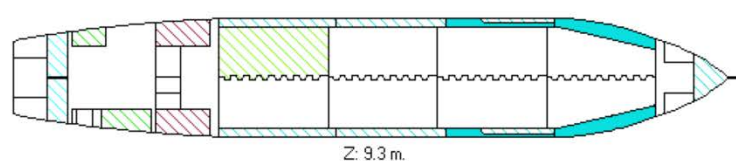
## Nereida Loading Computer



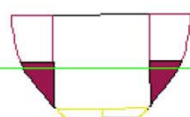
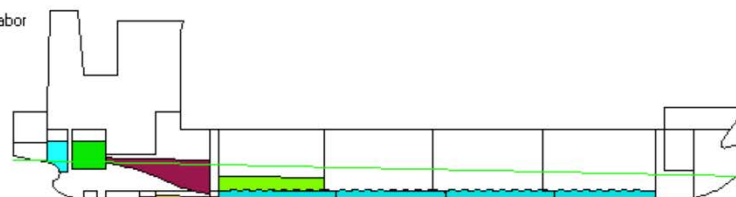
### PASO 15: TRASEGAR CARGA DEL TQ 3E AL TQ 4E

Densidad: 1.026 t/m<sup>3</sup>

Desplazamiento: 4774.40 t



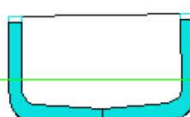
Perfil Babor



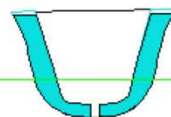
Cuaderna #37



Cuaderna #87



Cuaderna #111



Cuaderna #140

# Elaboración de un procedimiento de flushing dentro del manual de gestión de la seguridad en las operaciones de carga de un buque asfaltero.

## • TANQUES (CON MOVIMIENTO SUPERFICIES LIBRES)

### Water Ballast

Desc.	Cap. (m³)	Den. (tn/m³)	Vol. (m³)	Peso (t)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Lleno (%)	Sonda (m)	Msl (t·m)
10C - Fore Peak	121.4	1.026	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0
100S	74.9	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
100P	74.9	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
100C	50.2	1.026	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0
60P	333.3	1.026	111.38	114.28	35.65	-3.80	0.58	33.42	1.06	534.94
60S	333.3	1.026	113.71	116.66	35.43	3.14	0.59	34.12	1.08	130.80
50P	331.5	1.030	232.06	239.02	51.50	-5.19	1.23	70	4.21	2.07
50S	331.5	1.026	129.85	133.23	51.13	3.78	0.58	39.17	1.08	57.98
40P	311.3	1.026	305.10	313.03	66.90	-5.81	2.97	98.00	9.24	2.23
40S	311.3	1.026	305.10	313.03	66.90	5.81	2.98	98.00	9.24	2.24
30P	276.8	1.026	271.24	278.30	81.79	-4.65	4.34	98	9.50	31.05
30S	276.8	1.026	271.05	278.10	81.84	4.63	4.33	98	9.49	30.29
20_P	27.0	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
20_S	27.0	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0

TOTAL Water Ballast 1785.65 64.26 -0.45 2.68 791.61

### Cargo Tanks

Desc.	Cap. (m³)	Den. (tn/m³)	Vol. (m³)	Peso (t)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Lleno (%)	Sonda (m)	Msl (t·m)
CARGO TK N4 (P)	894.2	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N4 (S)	894.2	0.951	150	142.68	34.91	2.71	2.25	16.76	1.87	399.66
CARGO TK N3 (P)	946.1	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N3 (S)	946.7	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N2 (P)	934.7	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N2 (S)	936.7	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N1 (P)	634.8	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N1 (S)	634.8	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0

TOTAL Cargo Tanks 142.68 34.91 2.71 2.25 399.66

## • CALADOS

Descripción	Popa m	Proa m	medio m	Límite m	OK/ERROR -	Trimado m	Trimado °	Escora °
Calados en las marcas	5.52	3.19	-	-	-	-2.34	-1.36	-0.85
Calados de trazado	5.50	3.16	4.33	7.8	OK	-2.34	-1.36	-0.85
Calados (Ref. cbq)	5.52	3.18	4.35	-	-	-2.34	-1.36	-0.85

## • RESISTENCIA LONGITUDINAL (EN PUERTO)

Cuad. #	Distancia de p.p. (m)	Esfuerzo Cortante (kN)	Admisible EC Puerto (kN)	máximo permitido Puerto %	Momento Flector (kNm)	Admisible MF Puerto (kNm)	máximo permitido Puerto %
-4	-2.400	0	-	0 ✓	0	-	0 ✓
45	27	4807.8	10725	44.83 ✓	98386.1	221525	44.41 ✓
57	34.200	3051.9	10725	28.46 ✓	126927.6	237000	53.56 ✓
70	42	761.5	10725	7.10 ✓	141975.3	237000	59.91 ✓
85	51	-1845.3	-10725	-17.21 ✓	136482.8	237000	57.59 ✓
96	57.600	-3533.9	-10725	-32.95 ✓	118648.9	237000	50.06 ✓
110	66	-4262.3	-10725	-39.74 ✓	84822.8	237000	35.79 ✓



**Elaboración de un procedimiento de flushing dentro del manual de gestión de la seguridad en las operaciones de carga de un buque asfaltero.**

122	73.200	-4337.9	-10725	-40.45 ✓	53485.3	207325	25.80 ✓
137	82.200	-2826.6	-10725	-26.36 ✓	20118.8	149300	13.48 ✓
149	89.400	-991.7	-10725	-9.25 ✓	6071.2	102850	5.90 ✓
170	102	0.0	350	0.00 ✓	0.0	-38950	0.00 ✓

Descripción	Valor	Porcent. % Nav	Porcent. % Puerto	Cuad. #	Pos. m
Esfuerzo cortante máximo	5219.4 kN	79.34 ✓	59.18 ✓	36	21.60
Esfuerzo cortante mínimo	-4384.7 kN	-54.8 ✓	-40.9 ✓	118	70.80
Momento flector máximo	142805.4 kNm	98.5 ✓	60.3 ✓	74	44.40
Momento flector mínimo	0.0 kNm	0.0 ✓	0.0 ✓	170	102

**• CRITERIOS DE ESTABILIDAD IMO 749**

Criterio	Unidad	Reales	Límite
GZ Residual hasta 30°	rad·m	0.26 ✓	0.055
GZ Residual 30°-40°	rad·m	0.22 ✓	0.03
GZ Residual hasta 40°	rad·m	0.49 ✓	0.09
GM Inicial	m	1.85 ✓	0.15
GZ max	m	1.48 ✓	0.2
GZ max (ángulo)	°	48.28 ✓	25
Criterio IMO Viento (Ángulo Escora)	°	3.37 ✓	16
Criterio IMO Viento (Relación Áreas)		39.11 ✓	1

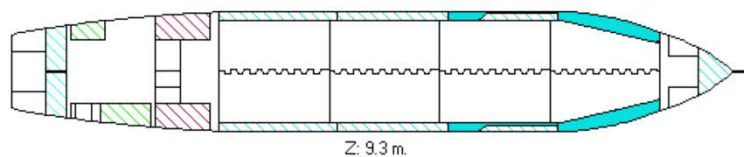
## Nereida Loading Computer



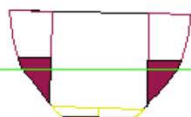
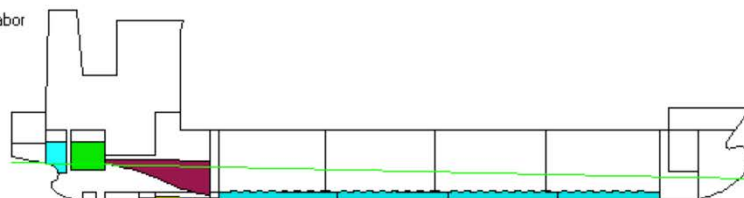
### PASO 17: DESCARGAR A TIERRA TQ 4E

Densidad: 1,026 t/m<sup>3</sup>

Desplazamiento: 4525,13 t



Perfil Babor



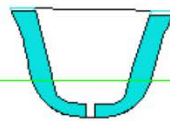
Cuaderna #37



Cuaderna #87



Cuaderna #111



Cuaderna #140

# Elaboración de un procedimiento de flushing dentro del manual de gestión de la seguridad en las operaciones de carga de un buque asfaltero.

## • TANQUES (CON MOVIMIENTO SUPERFICIES LIBRES)

### Water Ballast

Desc.	Cap. (m³)	Den. (tn/m³)	Vol. (m³)	Peso (t)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Lleno (%)	Sonda (m)	Msl (t·m)
10C - Fore Peak	121.4	1.026	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0
100S	74.9	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
100P	74.9	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
100C	50.2	1.026	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0
60P	333.3	1.026	111.38	114.28	35.45	-3.07	0.59	33.42	1.06	441.30
60S	333.3	1.026	113.71	116.66	35.77	3.92	0.60	34.12	1.08	505.72
50P	331.5	1.030	128.58	132.43	51.18	-3.71	0.58	38.79	1.07	627.20
50S	331.5	1.026	129.85	133.23	51.12	4.69	0.60	39.17	1.08	752.35
40P	311.3	1.026	305.10	313.03	66.91	-5.81	2.97	98.00	9.24	2.24
40S	311.3	1.026	305.10	313.03	66.91	5.81	2.97	98.00	9.24	2.21
30P	276.8	1.026	271.24	278.30	81.86	-4.63	4.33	98	9.50	30.42
30S	276.8	1.026	271.05	278.10	81.78	4.65	4.33	98	9.49	31.27
20_P	27.0	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
20_S	27.0	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL Water Ballast</b>				<b>1679.06</b>	<b>65.05</b>	<b>0.15</b>	<b>2.72</b>			<b>2392.71</b>

### Cargo Tanks

Desc.	Cap. (m³)	Den. (tn/m³)	Vol. (m³)	Peso (t)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Lleno (%)	Sonda (m)	Msl (t·m)
CARGO TK N4 (P)	894.2	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N4 (S)	894.9	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N3 (P)	946.1	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N3 (S)	946.7	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N2 (P)	934.7	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N2 (S)	936.7	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N1 (P)	634.8	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N1 (S)	634.8	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL Cargo Tanks</b>				<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>			<b>0</b>

## • CALADOS

Descripción	Popa m	Proa m	medio m	Límite m	OK/ERROR -	Trimado m	Trimado °	Escora °
Calados en las marcas	5.20	3.13	-	-	-	-2.07	-1.20	1.32
Calados de trazado	5.17	3.10 ✓	4.14 ✓	7.8	OK	-2.07	-1.20	1.32
Calados (Ref. cbq)	5.20	3.13	4.16	-	-	-2.07	-1.20	1.32

## • RESISTENCIA LONGITUDINAL (EN PUERTO)

Cuad. #	Distancia de p.p. (m)	Esfuerzo Cortante (kN)	Admisible EC Puerto (kN)	máximo permitido Puerto %	Momento Flector (kNm)	Admisible MF Puerto (kNm)	máximo permitido Puerto %
-4	-2.400	0	-	0 ✓	0	-	0 ✓
45	27	5579.7	10725	52.03 ✓	108218.8	221525	48.85 ✓
57	34.200	3414.3	10725	31.84 ✓	140840.1	237000	59.43 ✓
70	42	677.7	10725	6.32 ✓	156983.7	237000	66.24 ✓
85	51	-2153.6	-10725	-20.08 ✓	149966.5	237000	63.28 ✓
96	57.600	-4111.5	-10725	-38.34 ✓	129239.3	237000	54.53 ✓

**Elaboración de un procedimiento de flushing dentro del manual de gestión de la seguridad en las operaciones de carga de un buque asfaltero.**

110	66	-4747.8	-10725	-44.27 ✓	90521.4	237000	38.19 ✓
122	73.200	-4646.1	-10725	-43.32 ✓	56341.1	207325	27.18 ✓
137	82.200	-2967.3	-10725	-27.67 ✓	21004.1	149300	14.07 ✓
149	89.400	-1044.7	-10725	-9.74 ✓	6280.8	102850	6.11 ✓
170	102	0	-	0 ✓	0.0	47400	0.00 ✓

Descripción	Valor	Porcent. % Nav	Porcent. % Puerto	Cuad. #	Pos. m
Esfuerzo cortante máximo	5814.7 kN	88.39 ✓	65.93 ✓	36	21.60
Esfuerzo cortante mínimo	-4777.0 kN	-59.7 ✓	-44.5 ✓	114	68.40
Momento flector máximo	157621 kNm	88.7 ✓	66.5 ✓	73	43.80
Momento flector mínimo	0.0 kNm	0.0 ✓	0.0 ✓	-4	-2.40

**• CRITERIOS DE ESTABILIDAD IMO 749**

Criterio	Unidad	Reales	Límite
GZ Residual hasta 30°	rad·m	0.23 ✓	0.055
GZ Residual 30°-40°	rad·m	0.21 ✓	0.03
GZ Residual hasta 40°	rad·m	0.44 ✓	0.09
GM Inicial	m	1.46 ✓	0.15
GZ max	m	1.39 ✓	0.2
GZ max (ángulo)	°	47.97 ✓	25
Criterio IMO Viento (Ángulo Escora)	°	4.43 ✓	16
Criterio IMO Viento (Relación Áreas)		699.45 ✓	1

**ANEXO IV:** Condiciones paso a paso del procedimiento de flushing para cantidades entre 150 Y 300 m<sup>3</sup>. Buque modelo.

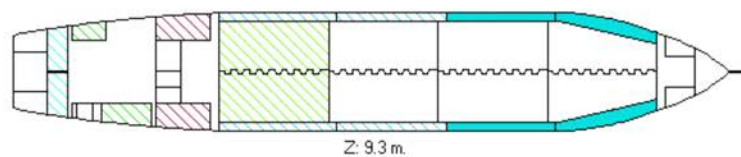
## Nereida Loading Computer



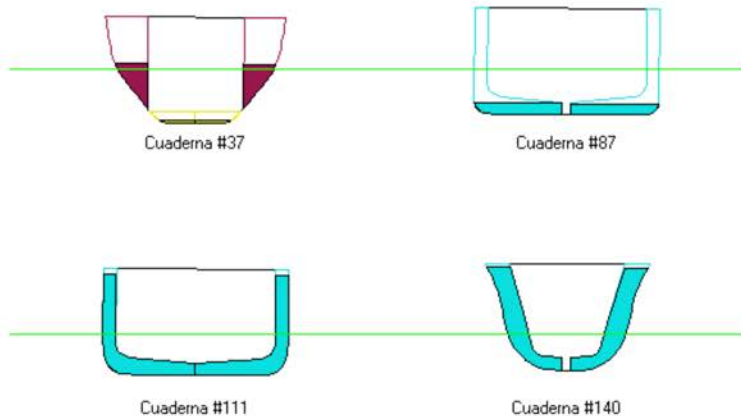
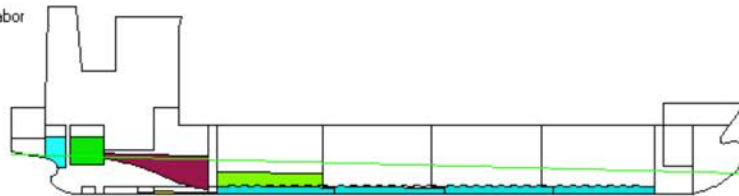
### PASO 1: CARGAR 300 M<sup>3</sup> EN TQ 4B Y 4E

Densidad: 1.026 t/m<sup>3</sup>

Desplazamiento: 4809.71 t



Perfil Babor



# Elaboración de un procedimiento de flushing dentro del manual de gestión de la seguridad en las operaciones de carga de un buque asfaltero.

## • TANQUES (CON MOVIMIENTO SUPERFICIES LIBRES)

### Water Ballast

Desc.	Cap. (m³)	Den. (tn/m³)	Vol. (m³)	Peso (t)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Lleno (%)	Sonda (m)	Msl (t·m)
10C - Fore Peak	121.4	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
100S	74.9	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
100P	74.9	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
100C	50.2	1.026	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0
60P	333.3	1.026	119.55	122.65	35.43	-3.21	0.62	35.87	1.13	422.15
60S	333.3	1.026	113.71	116.66	35.57	3.79	0.60	34.12	1.08	319.78
50P	331.5	1.030	131.13	135.07	51.08	-3.80	0.59	39.56	1.09	643.76
50S	331.5	1.026	118.36	121.44	50.94	4.58	0.55	35.70	0.99	642.06
40P	311.3	1.026	305.10	313.03	66.90	-5.81	2.98	98.00	9.24	2.24
40S	311.3	1.026	305.10	313.03	66.90	5.81	2.97	98.00	9.24	2.20
30P	276.8	1.026	271.24	278.30	81.84	-4.64	4.33	98	9.50	30.70
30S	276.6	1.026	271.05	278.10	81.78	4.65	4.33	98	9.49	31.15
20_P	27.0	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
20_S	27.0	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0

**TOTAL Water Ballast** 1678.28 64.94 0.06 2.72 2094.04

### Cargo Tanks

Desc.	Cap. (m³)	Den. (tn/m³)	Vol. (m³)	Peso (t)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Lleno (%)	Sonda (m)	Msl (t·m)
CARGO TK N4 (P)	894.2	0.951	150	142.68	34.93	-2.71	2.25	16.78	1.87	399.00
CARGO TK N4 (S)	894.9	0.951	150	142.68	35.01	3.15	2.25	16.76	1.87	402.66
CARGO TK N3 (P)	946.1	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N3 (S)	946.7	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N2 (P)	934.7	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N2 (S)	936.7	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N1 (P)	634.8	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N1 (S)	634.8	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0

**TOTAL Cargo Tanks** 285.36 34.97 0.22 2.25 801.65

## • CALADOS

Descripción	Popa m	Proa m	medio m	Límite m	OK/ERROR	Trimado m	Trimado °	Escora °
Calados en las marcas	5.72	3.04	-	-	-	-2.68	-1.55	0.45
Calados de trazado	5.69	3.01	4.35	7.8	OK	-2.68	-1.55	0.45
Calados (Ref. cbq)	5.72	3.04	4.38	-	-	-2.68	-1.55	0.45

## • RESISTENCIA LONGITUDINAL (EN PUERTO)

Cuad. #	Distancia de p.p. (m)	Esfuerzo Cortante (kN)	Admisible EC Puerto (kN)	máximo permitido Puerto %	Momento Flector (kNm)	Admisible MF Puerto (kNm)	máximo permitido Puerto %
-4	-2.400	0	-	0	0	-	0
45	27	4435.8	10725	41.36	94191.4	221525	42.52
57	34.200	3231.4	10725	30.13	122003	237000	51.48
70	42	1613.7	10725	15.05	141019.4	237000	59.50
85	51	-1448.9	-10725	-13.51	141855.6	237000	59.85
96	57.600	-3663.8	-10725	-34.16	124934.3	237000	52.71
110	66	-4522.3	-10725	-42.17	88928.5	237000	37.52



**Elaboración de un procedimiento de flushing dentro del manual de gestión de la seguridad en las operaciones de carga de un buque asfaltero.**

122	73.200	-4548.6	-10725	-42.41 ✓	55884.0	207325	26.95 ✓
137	82.200	-2948.5	-10725	-27.49 ✓	21006.6	149300	14.07 ✓
149	89.400	-1050.0	-10725	-9.79 ✓	6318.9	102850	6.14 ✓
170	102	0	-	0 ✓	0.0	47400	0.00 ✓

Descripción	Valor	Porcent. % Nav	Porcent. % Puerto	Cuad. #	Pos. m
Esfuerzo cortante máximo	4943.0 kN	75.14 ✓	56.05 ✓	36	21.60
Esfuerzo cortante mínimo	-4616.7 kN	-57.7 ✓	-43.0 ✓	117	70.20
Momento flector máximo	144939.9 kNm	100.0 ✓	61.2 ✓	78	46.80
Momento flector mínimo	0.0 kNm	0.0 ✓	0.0 ✓	-4	-2.40

**• CRITERIOS DE ESTABILIDAD IMO 749**

Criterio	Unidad	Reales	Límite
GZ Residual hasta 30°	rad·m	0.24 ✓	0.055
GZ Residual 30°-40°	rad·m	0.21 ✓	0.03
GZ Residual hasta 40°	rad·m	0.46 ✓	0.09
GM Inicial	m	1.55 ✓	0.15
GZ max	m	1.44 ✓	0.2
GZ max (ángulo)	°	47.81 ✓	25
Criterio IMO Viento (Ángulo Escora)	°	3.23 ✓	16
Criterio IMO Viento (Relación Áreas)		126.63 ✓	

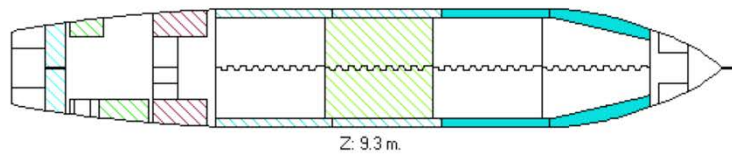
## Nereida Loading Computer



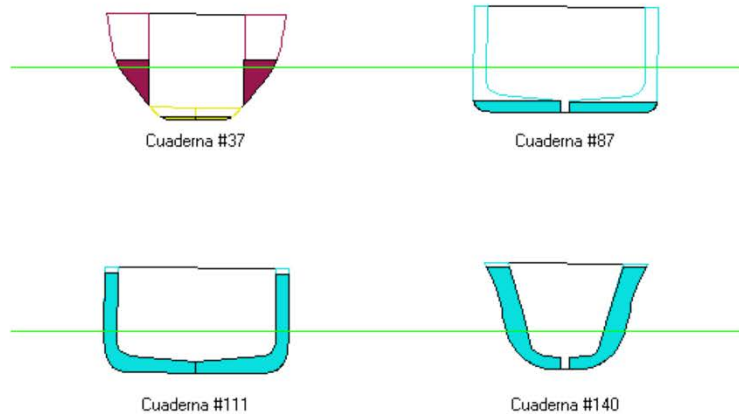
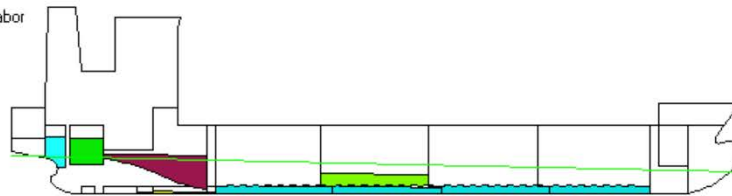
### PASO 3: TRASEGAR CARGA TQ 4B/E A 3B/E

Densidad: 1.026 t/m<sup>3</sup>

Desplazamiento: 4809.71 t



Perfil Babor



# Elaboración de un procedimiento de flushing dentro del manual de gestión de la seguridad en las operaciones de carga de un buque asfaltero.

## • TANQUES (CON MOVIMIENTO SUPERFICIES LIBRES)

### Water Ballast

Desc.	Cap. (m³)	Den. (tn/m³)	Vol. (m³)	Peso (t)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Lleno (%)	Sonda (m)	Msl (t·m)
10C - Fore Peak	121.4	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
100S	74.9	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
100P	74.9	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
100C	50.2	1.026	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0
60P	333.3	1.026	119.55	122.65	35.53	-3.20	0.62	35.87	1.13	435.53
60S	333.3	1.026	113.71	116.66	35.73	3.84	0.60	34.12	1.08	372.47
50P	331.5	1.030	131.13	135.07	51.18	-3.78	0.59	39.56	1.09	666.26
50S	331.5	1.026	118.36	121.44	51.08	4.62	0.55	35.70	0.99	748.51
40P	311.3	1.026	305.10	313.03	66.91	-5.81	2.97	98.00	9.24	2.21
40S	311.3	1.026	305.10	313.03	66.91	5.81	2.97	98.00	9.24	2.21
30P	276.8	1.026	271.24	278.30	81.85	-4.63	4.33	98	9.50	30.54
30S	276.6	1.026	271.05	278.10	81.79	4.65	4.33	98	9.49	31.00
20_P	27.0	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
20_S	27.0	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0

**TOTAL Water Ballast** 1678.28 64.98 0.07 2.72 2288.73

### Cargo Tanks

Desc.	Cap. (m³)	Den. (tn/m³)	Vol. (m³)	Peso (t)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Lleno (%)	Sonda (m)	Msl (t·m)
CARGO TK N4 (P)	894.2	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N4 (S)	894.9	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N3 (P)	946.1	0.951	150	142.68	49.82	-2.96	2.13	15.85	1.66	487.50
CARGO TK N3 (S)	946.7	0.951	150	142.68	49.76	3.54	2.13	15.84	1.66	491.91
CARGO TK N2 (P)	934.7	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N2 (S)	936.7	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N1 (P)	634.8	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N1 (S)	634.8	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0

**TOTAL Cargo Tanks** 285.36 49.79 0.29 2.13 979.41

## • CALADOS

Descripción	Popa m	Proa m	medio m	Límite m	OK/ERROR -	Trimado m	Trimado °	Escora °
Calados en las marcas	5.42	3.34	-	-	-	-2.09	-1.21	0.49
Calados de trazado	5.40	3.31	4.35	7.8	OK	-2.09	-1.21	0.49
Calados (Ref. cbq)	5.42	3.33	4.38	-	-	-2.09	-1.21	0.49

## • RESISTENCIA LONGITUDINAL (EN PUERTO)

Cuad. #	Distancia de p.p. (m)	Esfuerzo Cortante (kN)	Admisible EC Puerto (kN)	máximo permitido Puerto %	Momento Flector (kNm)	Admisible MF Puerto (kNm)	máximo permitido Puerto %
-4	-2.400	0	-	0	0	-	0
45	27	4958.6	10725	46.23	100239.5	221525	45.25
57	34.200	2606.9	10725	24.31	127731.3	237000	53.90
70	42	-349.0	-10725	-3.25	136726.5	237000	57.69
85	51	-1886.5	-10725	-17.59	126522.6	237000	53.39

**Elaboración de un procedimiento de flushing dentro del manual de gestión de la seguridad en las operaciones de carga de un buque asfaltero.**

96	57.600	-3046.6	-10725	-28.41 ✓	110254.3	237000	46.52 ✓
110	66	-3911.5	-10725	-36.47 ✓	79853.8	237000	33.69 ✓
122	73.200	-4077.3	-10725	-38.02 ✓	50723.3	207325	24.47 ✓
137	82.200	-2687.0	-10725	-25.05 ✓	19156.3	149300	12.83 ✓
149	89.400	-930.2	-10725	-8.67 ✓	5813.3	102850	5.65 ✓
170	102	0.0	350	0.00 ✓	0.0	47400	0.00 ✓

Descripción	Valor	Porcent. % Nav	Porcent. % Puerto	Cuad. #	Pos. m
Esfuerzo cortante máximo	5340.9 kN	81.19 ✓	60.56 ✓	36	21.60
Esfuerzo cortante mínimo	-4099.1 kN	-51.2 ✓	-38.2 ✓	120	72
Momento flector máximo	136865.8 kNm	94.4 ✓	57.7 ✓	69	41.40
Momento flector mínimo	0.0 kNm	0.0 ✓	0.0 ✓	-4	-2.40

**• CRITERIOS DE ESTABILIDAD IMO 749**

Criterio	Unidad	Reales	Límite
GZ Residual hasta 30°	rad·m	0.23 ✓	0.055
GZ Residual 30°-40°	rad·m	0.21 ✓	0.03
GZ Residual hasta 40°	rad·m	0.44 ✓	0.09
GM Inicial	m	1.41 ✓	0.15
GZ max	m	1.42 ✓	0.2
GZ max (ángulo)	°	47.81 ✓	25
Criterio IMO Viento (Ángulo Escora)	°	3.47 ✓	16
Criterio IMO Viento (Relación Áreas)		308.53 ✓	1

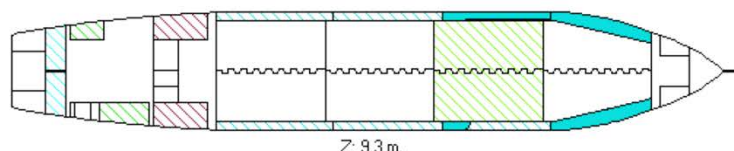
## Nereida Loading Computer



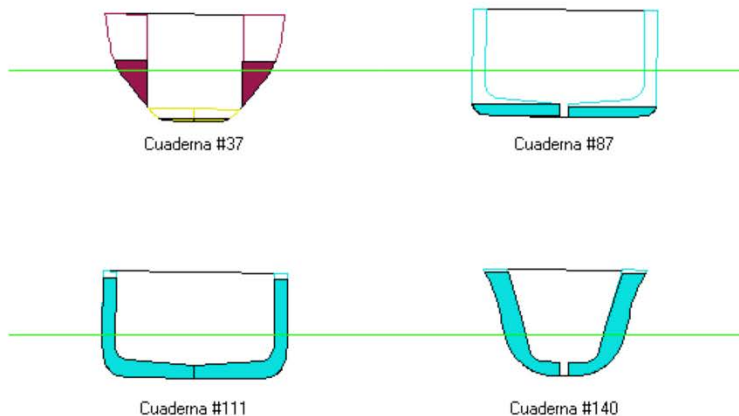
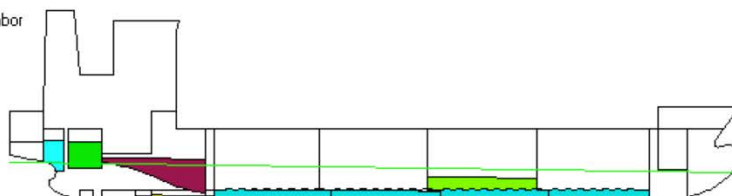
### PASO 5: TRASEGAR CARGA TQ 3B/E A 2B/E

Densidad: 1.026 t/m<sup>3</sup>

Desplazamiento: 4809.71 t



Perfil Babor



# Elaboración de un procedimiento de flushing dentro del manual de gestión de la seguridad en las operaciones de carga de un buque asfaltero.

## • TANQUES (CON MOVIMIENTO SUPERFICIES LIBRES)

### Water Ballast

Desc.	Cap. (m³)	Den. (tn/m³)	Vol. (m³)	Peso (t)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Lleno (%)	Sonda (m)	Msl (t·m)
10C - Fore Peak	121.4	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
100S	74.9	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
100P	74.9	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
100C	50.2	1.026	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0
60P	333.3	1.026	119.55	122.65	35.63	-3.20	0.62	35.87	1.13	454.74
60S	333.3	1.026	113.71	116.66	35.89	3.87	0.60	34.12	1.08	472.45
50P	331.5	1.030	131.13	135.07	51.28	-3.76	0.59	39.56	1.09	695.42
50S	331.5	1.026	118.36	121.44	51.22	4.65	0.55	35.70	0.99	749.51
40P	311.3	1.026	305.10	313.03	66.92	-5.81	2.97	98.00	9.24	2.21
40S	311.3	1.026	305.10	313.03	66.92	5.81	2.97	98.00	9.24	2.24
30P	276.8	1.026	271.24	278.30	81.86	-4.63	4.33	98	9.50	30.08
30S	276.8	1.026	271.24	278.30	81.86	4.63	4.33	98	9.49	30.64
20_P	27.0	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
20_S	27.0	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0

TOTAL Water Ballast 1678.28 65.02 0.07 2.72 2437.29

### Cargo Tanks

Desc.	Cap. (m³)	Den. (tn/m³)	Vol. (m³)	Peso (t)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Lleno (%)	Sonda (m)	Msl (t·m)
CARGO TK N4 (P)	894.2	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N4 (S)	894.9	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N3 (P)	946.1	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N3 (S)	946.7	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N2 (P)	934.7	0.951	150	142.68	65.39	-2.91	2.15	16.05	1.69	456.95
CARGO TK N2 (S)	936.7	0.951	150	142.68	65.28	3.47	2.15	16.01	1.69	463.19
CARGO TK N1 (P)	634.8	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N1 (S)	634.8	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0

TOTAL Cargo Tanks 285.36 65.33 0.28 2.15 920.14

## • CALADOS

Descripción	Popa m	Proa m	medio m	Límite m	OK/ERROR -	Trimado m	Trimado °	Escora °
Calados en las marcas	5.10	3.65	-	-	-	-1.46	-0.84	0.51
Calados de trazado	5.08	3.62 ✓	4.35 ✓	7.8	OK	-1.46	-0.84	0.51
Calados (Ref. cbq)	5.10	3.65	4.37	-	-	-1.46	-0.84	0.51

## • RESISTENCIA LONGITUDINAL (EN PUERTO)

Cuad. #	Distancia de p.p. (m)	Esfuerzo Cortante (kN)	Admisible EC Puerto (kN)	máximo permitido Puerto %	Momento Flector (kNm)	Admisible MF Puerto (kNm)	máximo permitido Puerto %
-4	-2.400	0	-	0 ✓	0	-	0 ✓
45	27	5528.5	10725	51.55 ✓	108194.3	221525	48.84 ✓
57	34.200	3254.4	10725	30.34 ✓	140067.8	237000	59.10 ✓
70	42	381.1	10725	3.55 ✓	154436.5	237000	65.16 ✓
85	51	-2799.8	-10725	-26.11 ✓	143349.6	237000	60.49 ✓
96	57.600	-5055.6	-10725	-47.14 ✓	117377.9	237000	49.53 ✓
110	66	-4566.1	-10725	-42.57 ✓	75657.3	237000	31.92 ✓



**Elaboración de un procedimiento de flushing dentro del manual de gestión de la seguridad en las operaciones de carga de un buque asfaltero.**

122	73.200	-3704.7	-10725	-34.54 ✓	45618.4	207325	22.00 ✓
137	82.200	-2427.2	-10725	-22.63 ✓	17286.5	149300	11.58 ✓
149	89.400	-809.8	-10725	-7.55 ✓	5286.3	102850	5.14 ✓
170	102	0.0	350	0.00 ✓	0.0	47400	0.00 ✓

Descripción	Valor	Porcent. % Nav	Porcent. % Puerto	Cuad. #	Pos. m
Esfuerzo cortante máximo	5802.5 kN	88.21 ✓	65.79 ✓	36	21.60
Esfuerzo cortante mínimo	-5309.8 kN	-66.4 ✓	-49.5 ✓	99	59.40
Momento flector máximo	154621.4 kNm	96.6 ✓	65.2 ✓	72	43.20
Momento flector mínimo	0.0 kNm	0.0 ✓	0.0 ✓	-4	-2.40

**• CRITERIOS DE ESTABILIDAD IMO 749**

Criterio	Unidad	Reales	Límite
GZ Residual hasta 30°	rad·m	0.23 ✓	0.055
GZ Residual 30°-40°	rad·m	0.21 ✓	0.03
GZ Residual hasta 40°	rad·m	0.43 ✓	0.09
GM Inicial	m	1.33 ✓	0.15
GZ max	m	1.39 ✓	0.2
GZ max (ángulo)	°	47.66 ✓	25
Criterio IMO Viento (Ángulo Escora)	°	3.62 ✓	16
Criterio IMO Viento (Relación Áreas)		106.15 ✓	1

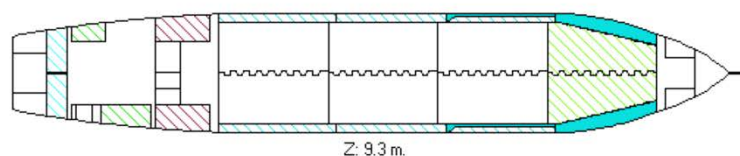
## Nereida Loading Computer



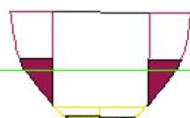
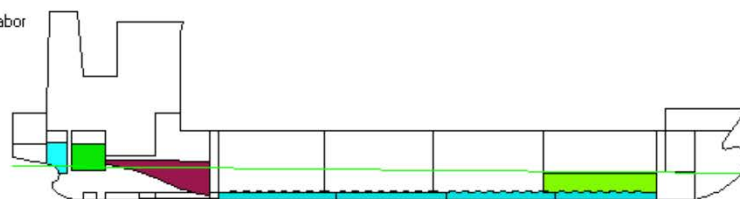
### PASO 7: TRASEGAR CARGA TQ 2B/E A 1B/E

Densidad: 1.026 t/m<sup>3</sup>

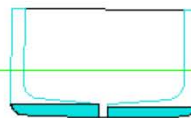
Desplazamiento: 4809.71 t



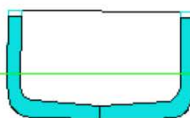
Perfil Babor



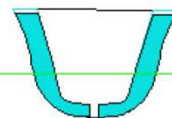
Cuaderna #37



Cuaderna #87



Cuaderna #111



Cuaderna #140

# Elaboración de un procedimiento de flushing dentro del manual de gestión de la seguridad en las operaciones de carga de un buque asfaltero.

## • TANQUES (CON MOVIMIENTO SUPERFICIES LIBRES)

### Water Ballast

Desc.	Cap. (m³)	Den. (tn/m³)	Vol. (m³)	Peso (t)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Lleno (%)	Sonda (m)	Msl (t·m)
10C - Fore Peak	121.4	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
100S	74.9	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
100P	74.9	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
100C	50.2	1.026	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0
60P	333.3	1.026	119.55	122.65	35.73	-3.21	0.61	35.87	1.13	480.08
60S	333.3	1.026	113.71	116.66	36.04	3.87	0.59	34.12	1.08	557.82
50P	331.5	1.030	131.13	135.07	51.37	-3.77	0.59	39.56	1.09	727.88
50S	331.5	1.026	118.36	121.44	51.36	4.64	0.55	35.70	0.99	750.34
40P	311.3	1.026	305.10	313.03	66.92	-5.81	2.97	98.00	9.24	2.20
40S	311.3	1.026	305.10	313.03	66.92	5.81	2.97	98.00	9.24	2.24
30P	276.8	1.026	271.24	278.30	81.87	-4.63	4.33	98	9.50	30.05
30S	276.6	1.026	271.05	278.10	81.81	4.65	4.33	98	9.49	30.40
20_P	27.0	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
20_S	27.0	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0

**TOTAL Water Ballast** 1678.28 65.06 0.07 2.72 2581.01

### Cargo Tanks

Desc.	Cap. (m³)	Den. (tn/m³)	Vol. (m³)	Peso (t)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Lleno (%)	Sonda (m)	Msl (t·m)
CARGO TK N4 (P)	894.2	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N4 (S)	894.9	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N3 (P)	946.1	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N3 (S)	946.7	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N2 (P)	934.7	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N2 (S)	936.7	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N1 (P)	634.8	0.951	150	142.68	80.23	-1.95	2.59	23.63	2.62	143.64
CARGO TK N1 (S)	634.8	0.951	150	142.68	79.95	2.12	2.59	23.63	2.62	150.18

**TOTAL Cargo Tanks** 285.36 80.09 0.09 2.59 293.82

## • CALADOS

Descripción	Popa m	Proa m	medio m	Limite m	OK/ERROR -	Trimado m	Trimado °	Escora °
Calados en las marcas	4.79	3.95	-	-	-	-0.84	-0.49	0.51
Calados de trazado	4.76	3.92 ✓	4.34 ✓	7.8	OK	-0.84	-0.49	0.51
Calados (Ref. cbq)	4.79	3.95	4.37	-	-	-0.84	-0.49	0.51

## • RESISTENCIA LONGITUDINAL (EN PUERTO)

Cuad. #	Distancia de p.p. (m)	Esfuerzo Cortante (kN)	Admisible EC Puerto (kN)	máximo permitido Puerto %	Momento Flector (kNm)	Admisible MF Puerto (kNm)	máximo permitido Puerto %
-4	-2.400	0	-	0 ✓	0	-	0 ✓
45	27	6013.8	10725	56.07 ✓	112911.4	221525	50.97 ✓
57	34.200	3859.5	10725	35.99 ✓	148708.1	237000	62.75 ✓
70	42	1108.3	10725	10.33 ✓	168286	237000	71.01 ✓
85	51	-2048.7	-10725	-19.10 ✓	163949.2	237000	69.18 ✓
96	57.600	-4313.8	-10725	-40.22 ✓	142908.2	237000	60.30 ✓

**Elaboración de un procedimiento de flushing dentro del manual de gestión de la seguridad en las operaciones de carga de un buque asfaltero.**

110	66	-5465.0	-10725	-50.96	✓	100475.3	237000	42.39	✓
122	73.200	-5907.4	-10725	-55.08	✓	59203.9	207325	28.56	✓
137	82.200	-3074.2	-10725	-28.66	✓	18268.0	149300	12.24	✓
149	89.400	-675.5	-10725	-6.30	✓	4690.8	102850	4.56	✓
170	102	0.0	350	0.00	✓	0.0	47400	0.00	✓

Descripción	Valor	Porcent. % Nav	Porcent. % Puerto	Cuad. #	Pos. m
Esfuerzo cortante máximo	6148.8 kN	93.47 ✓	69.72 ✓	36	21.60
Esfuerzo cortante mínimo	-5907.4 kN	-73.8 ✓	-55.1 ✓	122	73.20
Momento flector máximo	169986.8 kNm	87.2 ✓	71.7 ✓	75	45
Momento flector mínimo	0.0 kNm	0.0 ✓	0.0 ✓	-4	-2.40

**• CRITERIOS DE ESTABILIDAD IMO 749**

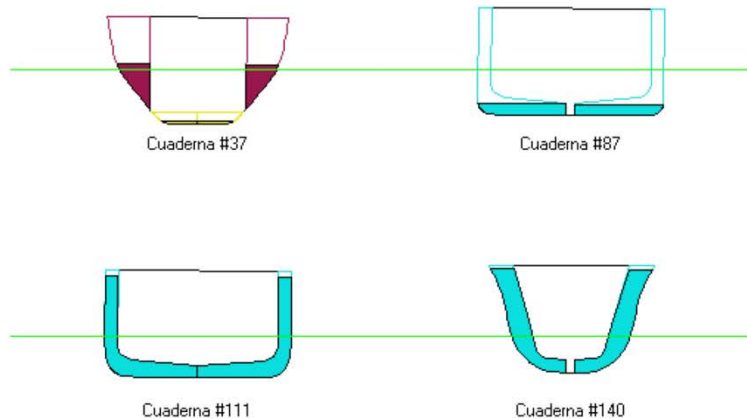
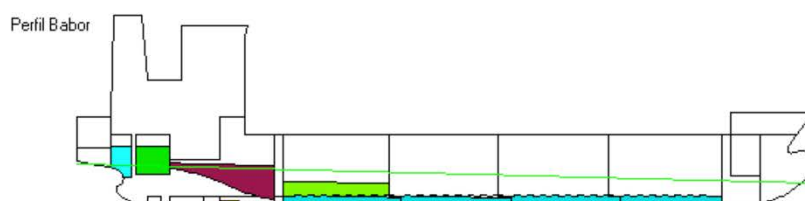
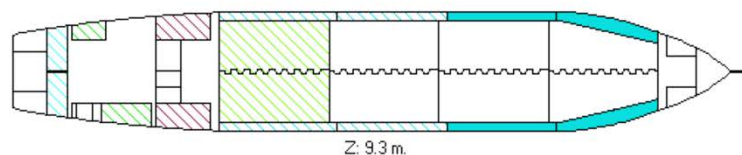
Criterio	Unidad	Reales	Límite
GZ Residual hasta 30°	rad·m	0.24 ✓	0.055
GZ Residual 30°-40°	rad·m	0.21 ✓	0.03
GZ Residual hasta 40°	rad·m	0.45 ✓	0.09
GM Inicial	m	1.35 ✓	0.15
GZ max	m	1.40 ✓	0.2
GZ max (ángulo)	°	45.63 ✓	25
Criterio IMO Viento (Ángulo Escora)	°	3.52 ✓	16
Criterio IMO Viento (Relación Áreas)		351.70 ✓	1

## Nereida Loading Computer



### PASO 9: TRASEGAR CARGA TQ 1B/E A 4B/E

Densidad: 1.026 t/m<sup>3</sup>  
Desplazamiento: 4809.71 t



# Elaboración de un procedimiento de flushing dentro del manual de gestión de la seguridad en las operaciones de carga de un buque asfaltero.

## • TANQUES (CON MOVIMIENTO SUPERFICIES LIBRES)

### Water Ballast

Desc.	Cap. (m³)	Den. (tn/m³)	Vol. (m³)	Peso (t)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Lleno (%)	Sonda (m)	Msl (t·m)
10C - Fore Peak	121.4	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
100S	74.9	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
100P	74.9	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
100C	50.2	1.026	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0
60P	333.3	1.026	119.55	122.65	35.43	-3.21	0.62	35.87	1.13	422.15
60S	333.3	1.026	113.71	116.66	35.57	3.79	0.60	34.12	1.08	319.78
50P	331.5	1.030	131.13	135.07	51.08	-3.80	0.59	39.56	1.09	643.76
50S	331.5	1.026	118.36	121.44	50.94	4.58	0.55	35.70	0.99	642.06
40P	311.3	1.026	305.10	313.03	66.90	-5.81	2.98	98.00	9.24	2.24
40S	311.3	1.026	305.10	313.03	66.90	5.81	2.97	98.00	9.24	2.20
30P	276.8	1.026	271.24	278.30	81.84	-4.64	4.33	98	9.50	30.70
30S	276.6	1.026	271.05	278.10	81.78	4.65	4.33	98	9.49	31.15
20_P	27.0	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
20_S	27.0	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0

TOTAL Water Ballast 1678.28 64.94 0.06 2.72 2094.04

### Cargo Tanks

Desc.	Cap. (m³)	Den. (tn/m³)	Vol. (m³)	Peso (t)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Lleno (%)	Sonda (m)	Msl (t·m)
CARGO TK N4 (P)	894.2	0.951	150	142.68	34.93	-2.71	2.25	16.78	1.87	399.00
CARGO TK N4 (S)	894.9	0.951	150	142.68	35.01	3.15	2.25	16.76	1.87	402.66
CARGO TK N3 (P)	946.1	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N3 (S)	946.7	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N2 (P)	934.7	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N2 (S)	936.7	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N1 (P)	634.8	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N1 (S)	634.8	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0

TOTAL Cargo Tanks 285.36 34.97 0.22 2.25 801.65

## • CALADOS

Descripción	Popa m	Proa m	medio m	Límite m	OK/ERROR -	Trimado m	Trimado °	Escora °
Calados en las marcas	5.72	3.04	-	-	-	-2.68	-1.55	0.45
Calados de trazado	5.69	3.01	4.35	7.8	OK	-2.68	-1.55	0.45
Calados (Ref. cbq)	5.72	3.04	4.38	-	-	-2.68	-1.55	0.45

## • RESISTENCIA LONGITUDINAL (EN PUERTO)

Cuad. #	Distancia de p.p. (m)	Esfuerzo Cortante (kN)	Admisible EC Puerto (kN)	máximo permitido Puerto %	Momento Flector (kNm)	Admisible MF Puerto (kNm)	máximo permitido Puerto %
-4	-2.400	0	-	0	0	-	0
45	27	4435.8	10725	41.36	94191.4	221525	42.52
57	34.200	3231.4	10725	30.13	122003	237000	51.48
70	42	1613.7	10725	15.05	141019.4	237000	59.50
85	51	-1448.9	-10725	-13.51	141855.6	237000	59.85



**Elaboración de un procedimiento de flushing dentro del manual de gestión de la seguridad en las operaciones de carga de un buque asfaltero.**

96	57.600	-3663.8	-10725	-34.16	✓	124934.3	237000	52.71	✓
110	66	-4522.3	-10725	-42.17	✓	88928.5	237000	37.52	✓
122	73.200	-4548.6	-10725	-42.41	✓	55884.0	207325	26.95	✓
137	82.200	-2948.5	-10725	-27.49	✓	21006.6	149300	14.07	✓
149	89.400	-1050.0	-10725	-9.79	✓	6318.9	102850	6.14	✓
170	102	0	-	0	✓	0.0	47400	0.00	✓

Descripción	Valor	Porcent. % Nav	Porcent. % Puerto	Cuad. #	Pos. m
Esfuerzo cortante máximo	4943.0 kN	75.14 ✓	56.05 ✓	36	21.60
Esfuerzo cortante mínimo	-4616.7 kN	-57.7 ✓	-43.0 ✓	117	70.20
Momento flector máximo	144939.9 kNm	100.0 ✓	61.2 ✓	78	46.80
Momento flector mínimo	0.0 kNm	0.0 ✓	0.0 ✓	-4	-2.40

**• CRITERIOS DE ESTABILIDAD IMO 749**

Criterio	Unidad	Reales	Límite
GZ Residual hasta 30°	rad·m	0.24 ✓	0.055
GZ Residual 30°-40°	rad·m	0.21 ✓	0.03
GZ Residual hasta 40°	rad·m	0.46 ✓	0.09
GM Inicial	m	1.55 ✓	0.15
GZ max	m	1.44 ✓	0.2
GZ max (ángulo)	°	47.81 ✓	25
Criterio IMO Viento (Ángulo Escora)	°	3.23 ✓	16
Criterio IMO Viento (Relación Áreas)		126.63 ✓	1

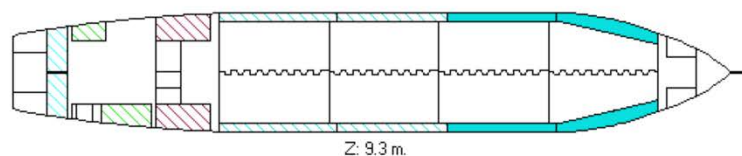
## Nereida Loading Computer



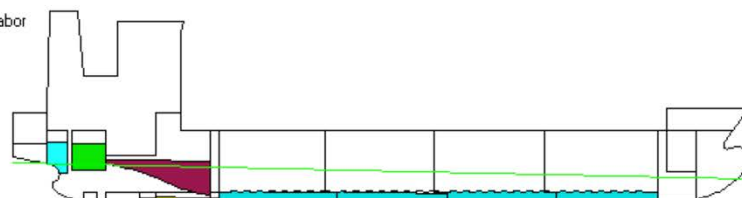
### PASO 10: DESCARGAR A TIERRA TQ 4B/E

Densidad: 1.026 t/m<sup>3</sup>

Desplazamiento: 4524.35 t



Perfil Babor



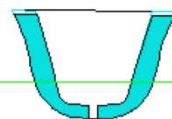
Cuaderna #37



Cuaderna #87



Cuaderna #111



Cuaderna #140

# Elaboración de un procedimiento de flushing dentro del manual de gestión de la seguridad en las operaciones de carga de un buque asfaltero.

## • TANQUES (CON MOVIMIENTO SUPERFICIES LIBRES)

### Water Ballast

Desc.	Cap. (m³)	Den. (tn/m³)	Vol. (m³)	Peso (t)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Lleno (%)	Sonda (m)	Msl (t·m)
10C - Fore Peak	121.4	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
100S	74.9	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
100P	74.9	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
100C	50.2	1.026	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0
60P	333.3	1.026	119.55	122.65	35.53	-3.20	0.62	35.87	1.13	434.93
60S	333.3	1.026	113.71	116.66	35.73	3.85	0.60	34.12	1.08	370.04
50P	331.5	1.030	131.13	135.07	51.18	-3.77	0.59	39.56	1.09	665.36
50S	331.5	1.026	118.36	121.44	51.08	4.64	0.55	35.70	0.99	748.56
40P	311.3	1.026	305.10	313.03	66.91	-5.81	2.97	98.00	9.24	2.18
40S	311.3	1.026	305.10	313.03	66.91	5.81	2.98	98.00	9.24	2.21
30P	276.8	1.026	271.24	278.30	81.85	-4.63	4.33	98	9.50	30.61
30S	276.6	1.026	271.05	278.10	81.79	4.65	4.33	98	9.49	30.92
20_P	27.0	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0
20_S	27.0	1.026	0	0	0	0	0	0	0	0

**TOTAL Water Ballast** 1678.28 64.98 0.07 2.72 2284.80

### Cargo Tanks

Desc.	Cap. (m³)	Den. (tn/m³)	Vol. (m³)	Peso (t)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Lleno (%)	Sonda (m)	Msl (t·m)
CARGO TK N4 (P)	894.2	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N4 (S)	894.9	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N3 (P)	946.1	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N3 (S)	946.7	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N2 (P)	934.7	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N2 (S)	936.7	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N1 (P)	634.8	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGO TK N1 (S)	634.8	0.951	0	0	0	0	0	0	0	0

**TOTAL Cargo Tanks** 0 0 0 0 0

## • CALADOS

Descripción	Popa m	Proa m	medio m	Límite m	OK/ERROR -	Trimado m	Trimado °	Escora °
Calados en las marcas	5.21	3.12	-	-	-	-2.09	-1.21	0.50
Calados de trazado	5.18	3.09	4.14	7.8	OK	-2.09	-1.21	0.50
Calados (Ref. cbq)	5.21	3.11	4.16	-	-	-2.09	-1.21	0.50

## • RESISTENCIA LONGITUDINAL (EN PUERTO)

Cuad. #	Distancia de p.p. (m)	Esfuerzo Cortante (kN)	Admisible EC Puerto (kN)	máximo permitido Puerto %	Momento Flector (kNm)	Admisible MF Puerto (kNm)	máximo permitido Puerto %
-4	-2.400	0	-	0	0	-	0
45	27	5566.2	10725	51.90	108084.9	221525	48.79
57	34.200	3427.4	10725	31.96	140699.3	237000	59.37
70	42	728.7	10725	6.79	157084.9	237000	66.28
85	51	-2132.0	-10725	-19.88	150468.8	237000	63.49
96	57.600	-4127.1	-10725	-38.48	129761.4	237000	54.75

**Elaboración de un procedimiento de flushing dentro del manual de gestión de la seguridad en las operaciones de carga de un buque asfaltero.**

110	66	-4770.0	-10725	-44.48 ✓	90847.3	237000	38.33 ✓
122	73.200	-4663.1	-10725	-43.48 ✓	56526.0	207325	27.26 ✓
137	82.200	-2976.8	-10725	-27.76 ✓	21069.9	149300	14.11 ✓
149	89.400	-1049.0	-10725	-9.78 ✓	6298.2	102850	6.12 ✓
170	102	0.0	350	0.00 ✓	0.0	47400	0.00 ✓

Descripción	Valor	Porcent. % Nav	Porcent. % Puerto	Cuad. #	Pos. m
Esfuerzo cortante máximo	5805.6 kN	88.25 ✓	65.83 ✓	36	21.60
Esfuerzo cortante mínimo	-4797.5 kN	-60.0 ✓	-44.7 ✓	114	68.40
Momento flector máximo	157823.4 kNm	88.8 ✓	66.6 ✓	74	44.40
Momento flector mínimo	0.0 kNm	0.0 ✓	0.0 ✓	-4	-2.40

**• CRITERIOS DE ESTABILIDAD IMO 749**

Criterio	Unidad	Reales	Límite
GZ Residual hasta 30°	rad·m	0.24 ✓	0.055
GZ Residual 30°-40°	rad·m	0.21 ✓	0.03
GZ Residual hasta 40°	rad·m	0.45 ✓	0.09
GM Inicial	m	1.48 ✓	0.15
GZ max	m	1.41 ✓	0.2
GZ max (ángulo)	°	47.97 ✓	25
Criterio IMO Viento (Ángulo Escora)	°	3.58 ✓	16
Criterio IMO Viento (Relación Áreas)		87.13 ✓	1

**ANEXO V:** Ficha de Datos de Seguridad del asfalto- Material Safety Data Sheet (MSDS). Punto/Intervalo de Fusión.



		seguridad resistentes a productos químicos sin orificios para cordones.
	Respiratorio	Normalmente no es necesario bajo condiciones normales de uso y con ventilación adecuada. Utilizar equipo aprobado de protección respiratoria en los espacios donde el sulfuro de hidrógeno pueda acumular.
	Controles higiénicos	Lave las manos, antebrazos y cara completamente después de manejar productos químicos, antes de comer, fumar y usar el lavabo y al final del período de trabajo. Usar las técnicas apropiadas para remover ropa contaminada. Lavar las ropas contaminadas antes de volver a usarlas. Verifique que las estaciones de lavado de ojos y duchas de seguridad se encuentren cerca de las estaciones de trabajo.
8.3	Control de la exposición del medio ambiente	Emisiones de los equipos de ventilación o de procesos de trabajo deben ser evaluados para verificar que cumplen con los requisitos de la legislación de protección del medio ambiente. En algunos casos será necesario el uso de eliminadores de humo, filtros o modificaciones del diseño del equipo del proceso para reducir las emisiones a un nivel aceptable.

**SECCIÓN 9. Propiedades físicas y químicas**

9.1	<b>Información sobre propiedades físicas y químicas</b>	
	Estado físico	Sólido a temperatura ambiente. Líquido a las temperaturas normales de manipulación.
	Color	Marrón oscuro a negro.
	Olor	Característico
	Umbral olfativo	No disponible
	Peso molecular	No disponible
	pH	No disponible
	Punto/intervalo de fusión	54°C a 173 °C
	Punto de ebullición	>470°C (Repsol) // 370,8°C a 469,8°C (Cepsa)
	Punto de inflamación	>230°C en vaso abierto. >224°C en vaso cerrado.
	Índice de evaporación	No disponible
	Inflamabilidad (sólido, gas)	No disponible
	Límite superior de explosividad	No disponible
	Límite inferior de explosividad	No disponible
	Presión de vapor	Insignificante a temperatura ambiente.
	Densidad del vapor	30 (aire:1)
	Densidad relativa (P <sub>vapor</sub> a 20°C)	1
	Densidad	1-1,05 g/cm <sup>3</sup> a 25°C (ASTM D-70)
	Solubilidad	Insoluble en agua fría y caliente. Soluble en disulfuro de carbono, cloroformo, éter o acetona.
	Coefficiente de reparto n-octanol/agua	No aplicable
	Temperatura de autoinflamación	>300°C (Repsol) // >260°C (Cepsa)

ASFALTOS ESPAÑOLES S.A  
C/ Titán, nº8, planta 4º  
28045 – MADRID, ESPAÑA

Asistencia técnica:  
Trámites, Informes y Proyectos, S.L.  
8/16